

Année 1970

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Philippe MAY

né le 18 juin 1938 à NEUILLY-sur-SEINE (92)

Interne des Hôpitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le

LA PREHENSION

ET LES NIVEAUX D'AMPUTATION DES DOIGTS

Président : J. CAUCHOIX, Professeur

Année 1970

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Philippe MAY

né le 18 juin 1938 à NEUILLY-sur-SEINE (92)

Interne des Hôpitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le

LA PREHENSION

ET LES NIVEAUX D'AMPUTATION DES DOIGTS

Président : J. CAUCHOIX, Professeur

THÈSE

DOCTORAT EN MÉDECINE



A ma Mère, A mon Père
A qui je dois tout
Avec toute mon affection.

A ma famille.

A mes amis.

A Monsieur le Professeur Jean CAUCHOIX

- Professeur de Clinique Chirurgicale
orthopédique et traumatologique
- Chirurgien des Hopitaux
- Membre de l'Académie de Chirurgie.

Qui m'a fait le grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude, mais aussi les sentiments respectueux d'admiration et de fidélité de son ancien élève.

A. Monsieur le Professeur Agrégé Jacques DUPARC
Chirurgien des Hôpitaux

Qui, après m'avoir initié à la Chirurgie
orthopédique, m'a inspiré puis permis
l'élaboration de ce travail.

Qu'il veuille bien accepter ici le témoignage
de mon profond respect et de mon admiration
pour son élégance didactique et sa rigueur
chirurgicale.

A Monsieur le Professeur Robert JUDET

Professeur de Clinique Orthopédique
et Traumatologique

Chirurgien des Hôpitaux

En remerciement de son brillant
enseignement et en témoignage de
ma profonde admiration.

A Monsieur le Docteur Daniel MOREL-FATIO

Chirurgien des Hôpitaux

En très respectueux hommage

Qu'il veuille bien accepter
ici l'assurance de mon dé-
vouement et de ma fidèle re-
connaissance.

A Monsieur le Docteur René ~~MULEK~~

Ex-Chef de Clinique Chirurgicale
Attaché à l'Hôpital Saint Vincent
de Paul.

Dont l'aide fut précieuse au cours
de ce travail

Qu'il accepte l'expression de mes
sentiments amicaux.

A Monsieur le Docteur Jean Yves ALNOT
Chef de Clinique-Assistant à la
Faculté de Médecine de Paris.

Avec mes remerciements pour ses conseils
éclairés et l'expression de mon amitié .

A mes MAITRES d'Internat:

Monsieur le Professeur P.DENOIX
Monsieur le Docteur Y.CACHIN
Monsieur le Professeur Agrégé B.DUHAMEL
Monsieur le Docteur R.AUROSSEAU
Monsieur le Docteur C.DUFOURMENTEL
Monsieur le Professeur Agrégé J.DUPARC
Monsieur le Docteur D.MOREL-FATIO
Monsieur le Professeur J.CAUCHOIX
Monsieur le Docteur P.PETIT
Monsieur le Professeur R.JUDET

A leurs Assistants:

Messieurs les Professeurs Agrégés

H.CARLIOZ

R.ROY-CAMILLE

Messieurs les Docteurs

J.Y.ALNOT

P.BANZET

J.~~BARRUCH~~

M.DARCY

A.DEBURGE

J.L.DUCOURTIOUX

J.GUIGNARD

P.HAEGEL

S.HAUTIER

C.HERTZ

J.P.LALARDRIE

M.LEFEVRE

A.LEMOINE

E.LETOURNEL

R.MALEK

A.MASCHAS

R.MOULY

J.NEGRE

C.NICOLETIS

R.PAGES

A.PATEL

~~C~~.PREAUX

J.QUENEAU

J.REYNIER

M.TEXTIER

A mes Maitres d'Externat:

Messieurs:

J.CAUCHOIX
J.DUPARC
R.SCHWOB
S.DE SEZE
R.CATTAN
A.NETTER
P.DENOIX
Y.CACHIN
L.JUSTIN-BESANÇON
M.AUBRY

A Monsieur le Docteur J.WITVOET
avec mes remerciements.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Cette thèse, inspirée par le Pr. Ag. J. DUPARC, a pour but d'essayer de préciser les niveaux typiques d'amputation des doigts. Chirurgie extrêmement fréquente, aux séquelles souvent lourdes où l'indication est parfois mal précisée, il nous a ainsi paru intéressant d'essayer de codifier les niveaux typiques d'amputation des doigts.

Nous nous sommes très vite heurtés à deux grands problèmes :

- d'une part, l'extrême diversité des cas, les lésions pures permettant d'analyser les troubles sont exceptionnelles, les lésions associées très fréquentes. De plus, l'on sait qu'en matière de chirurgie de la main, chaque blessé pose un problème particulier, fonction de multiples facteurs.

- d'autre part, ces lésions ont pour conséquence d'altérer ou de détruire la fonction de la main. Il nous a donc fallu essayer d'analyser ce que l'on entend par le nom de "fonction de préhension".

Dès lors, il nous est apparu qu'il fallait diviser cette thèse en deux parties :

- dans une première partie, essayer de décrire la fonction de préhension,
- dans une deuxième partie, à partir de ces données, étu-

dier les troubles de cette fonction chez les mutilés de la main, c'est à dire, des niveaux d'amputation observés essayer de déduire les niveaux typiques d'amputation des doigts.

Trois restrictions doivent être soulignées

- Nous avons exclu les lésions congénitales pour n'étudier que les lésions traumatiques acquises de l'adulte.
- Nous avons tenté de n'étudier que des lésions pures, ce qui a deux ordres de conséquences:
 - . d'une part, l'intégrité supposée du, ou des doigts restants,
 - . d'autre part, nous avons éliminé tous les troubles qui sont liés à l'amputation elle-même, qu'il s'agisse de moignons douloureux, de névromes, de troubles trophiques ou cicatriciels
- Enfin nous n'avons pas revu l'amputation du pouce. Il s'agit en effet d'un sujet particulièrement étudié par de nombreux auteurs et nous ne ferons que rappeler les principes généraux connus sur ce sujet.

MATERIEL D'ETUDE

Nous tenons à remercier Monsieur le Pr. J. CAUCHOIX et le Pr. Ag. J. DUPARC. Nous avons pu revoir dans leurs services respectifs (hopitaux Beaujon et Bichat) 64 mutilés de la main. Ces malades ont été analysés avec la collaboration du Dr. J. Y. ALNOT. (64 dossiers ont été retenus sur 103 blessés, avec un recul supérieur à 6 mois. En effet 39 dossiers sur les 103 retenus, présentaient des éléments surajoutés à l'amputation qui en rendaient l'analyse impossible. Ces dossiers ont éliminés.

Nous voudrions également remercier le Dr.R.MALEK qui, par sa conception originale sur la génèse et la bionique de la préhension, nous a grandement aidés dans la rédaction de ces chapitres.

LA FONCTION DE PREHENSION

LA FONCTION DE PREHENSION

I - HISTORIQUE

La main, et, à travers elle, la préhension, a suscité bien des commentaires.

Aristote déjà la décrivait comme "l'instrument des instruments, capable de tout saisir, de tout tenir". Débordant ce cadre, c'est par une finalité louable, mais peu explicite, qu'il définit la structure de la main par les fonctions qu'elle doit remplir. Galien s'approche plus du mécanisme de la main mais le superpose également aux fonctions. Tous reconnaissent en la main l'un des instruments essentiels de la suprématie de l'homme.

Il faut attendre longtemps avant de découvrir une évolution de ces conceptions. Cette évolution va se faire de deux manières:

1) sur un plan philosophique: la main va être libérée de cette finalité qui l'enserme:

- on reconnaît la perfection de son mécanisme et la situation prédominante de l'homme qui en découle.

- la libération de la main par l'homme reconnaît la soumission de celle-ci à la volonté (Darwin).

Inversement la libération de l'homme passe par la

main. Ne reproduisant rien d'autre que lui-même, l'homme crée l'outil qui n'est que le prolongement de plus en plus complexe de la main. Le terme de cette évolution est la machine où la main n'a plus sa place..

2) Sur un plan plus physiologique, les idées qui concernent la main ont évolué dans différentes directions:

Avec CUVIER, LAMARCK, BROCA, DUCHENNE de BOULOGNE, puis de nombreux auteurs modernes, une physiologie de plus en plus précise apparaît. L'analyse anatomique, physiologique, biologique, mécanique, cernent la réalité.

Parallèlement se développe une notion nouvelle: main, organe du toucher, "la main est le cerveau extérieur de l'homme" (Kant). Ainsi apparaît une différence entre le toucher, ou tact gnosisque, ou encore reconnaissance, qui fait appel aux centres supérieurs, et le tact, organe sensoriel, phénomène psychobiologique. Le deuxième aspect de la fonction de la main (sensoriel, par opposition à l'aspect mécanique), est difficilement individualisable puisque les dénominateurs sont communs (main et cerveau). Cette différence est cependant bien mise en évidence par les mains artificielles (type Tomovic) où, si le tact peut être simulé, le toucher, expérience vécue, ne peut l'être. On ne peut concevoir de "prothèse du toucher".

Finalement, la main va permettre de "prendre et de comprendre". Il existe en effet deux systèmes, l'un sensitif, l'autre moteur. Un stimulus tactile peut évoluer soit vers la connaissance extérieure, c'est le toucher, soit être un stimulus sensoriel, c'est le tact, qui, avec le système moteur, formera une fonction dite de préhension. Mais puisque le toucher procède également de la prise, que la main et le cerveau sont communs, on conçoit qu'il est difficile de séparer

le prendre et le comprendre.

II - GENERALITES

Rappelons que Maine de Biran définissait la main comme "le terme du déploiement de la volonté". Il ressort en effet de façon évidente qu'il existe deux éléments qui vont permettre l'existence de la fonction de préhension:

- d'une part, la conscience d'utilisation, la volonté, l'intentionnalité, prouvent la place prépondérante du cerveau.
- d'autre part, à l'autre extrémité se trouve l'effecteur, la main, qui va permettre la réalisation de la fonction. Notons au passage que cette main va constamment rester soumise à la commande du cerveau.

Ainsi se trouvent définis deux éléments très différents:

d'une part une fonction, dont l'existence repose sur le couple cerveau-main.

d'autre part, la réalisation de cette fonction, c'est la Prise, c'est à dire l'acte effectif matérialisant la fonction de préhension.

Cette distinction, qui nous paraît capitale, impose un certain nombre de conclusions:

* Lorsque l'on connaît la perfection de la main-outil et sa subordination au cerveau, on conçoit l'extraordinaire complexité des mécanismes intimes de la préhension.

* Il apparaît avec évidence que le chirurgien, dont la conception de la préhension est essentiellement mécaniste, a tendance à s'adresser à la réalisation de la préhension; c'est à dire à la prise. C'est en effet son altération qui

a amené le blessé, c'est sur elle qu'il faut agir. On ne saurait pourtant oublier les mécanismes sus-jacents.

. Il est également évident que, pour être correctement étudiées, la préhension demanderait la collaboration d'anatomistes, physiologistes, neuro-psyhiâtres, chirurgiens, voire cybernéticiens. On conçoit les difficultés d'une telle entreprise.

Pour notre part, nous nous limiterons à essayer de dégager une vue d'ensemble, même grossière, de cette fonction :

- Développement
- Aspect bionique
- Passage de la Préhension à la Prise
- La Prise.

III - DEVELOPPEMENT OU ONTOGENESE DE LA PREHENSION

La différenciation de la préhension résulte d'une maturation double anatomique et fonctionnelle.

1) Avant le quatrième mois, la préhension volontaire n'existe pas: les mouvements de la main sont réflexes, déclenchés par des stimuli proprioceptifs ("Affect" de Thomas). Les organes sensoriels (Tact et Vision), bien qu'imparfaits, permettent le début de formation du champ cortical moteur. C'est le premier "engramme" de la main. L'évolution suit un ordre précis: d'abord "grasping", puis mouvements de marionnette, enfin, prise au contact.

2) La préhension volontaire apparaît vers le quatrième mois. Les incitations à point de départ psychique permettent des réalisations motrices. Ces incitations sont également en rap-

port avec l'amélioration sensorielle (tact et vision), qui vont permettre progressivement l'amélioration de la fonction. La coordination sensitivo-motrice permet une approche de plus en plus précise.

3) La forme de la prise se précise donc : c'est d'abord l'ouverture de la main, puis la prise de l'objet. Cette prise est d'abord interne, cubito-palmaire, et se déplace progressivement en dehors, vers le pouce et l'index. L'opposition du pouce apparaît vers 7 mois. La prise pulpaire s'individualise progressivement, parallèlement en somme au développement sensoriel et à l'intégration dans le milieu environnant de l'enfant. La prise acquiert sa "maturité". Au-delà de ce stade, l'effet est inverse et la prise contribue, par les renseignements qu'elle amène, au développement de l'enfant.

IV- ASPECT BIONIQUE

Il nous a paru intéressant d'envisager la préhension à partir d'une science nouvelle, née aux Etats-Unis en 1960, appelée "Bionique". Cette science consiste à étudier ou recréer, par des systèmes artificiels, des systèmes naturels. A la limite de la biologie et de la cybernétique, elle permet d'envisager la préhension dans son ensemble. En fait, il ne s'agit là que d'une simple hypothèse de travail. Vue sous cet angle, la préhension apparaît complexe, dépendante d'une double organisation, motrice et psychique.

A) L'organisation motrice

1) Cette organisation demande la création de circuits: ils s'agit de circuits métamériques, dont la source est entretenue par des stimuli proprioceptifs. Ainsi apparaît la notion de tonus musculaire, réflexe constamment soumis à l'

influence inhibitrice ou facilitatrice des centres susjacents (médullaires, cérébelleux, sous-corticaux). La contraction musculaire prend la suite du tonus musculaire sans solution de continuité. Elle ne consiste qu'en un ajustement de l'action des agonistes et des antagonistes.

Ces éléments sont constamment entretenus et régulés: c'est la notion de "feed-back" ou retro-action, qui ramène à son point de départ une partie de l'information qui lui a donné naissance.

2) Ainsi ces circuits vont s'organiser progressivement:

- . les circuits métamériques sont intégrés successivement. L'intégration simultanée de plusieurs circuits donne un plan moteur qui apparaît donc cohérent.

- . L'automatisation de l'acte va donner sa rapidité à l'acte moteur, sa facilité et sa souplesse, mais aussi une certaine subordination à lui-même.

B) L'organisation psychique

Elle apparaît parallèlement, définie sous le nom de "schèmes opératifs" ou praxies". On entend sous ce nom la structure générale d'une action, structure constante qui englobe à la fois la motivation ou intentionnalité, les stimuli sensoriels divers et le résultat ou, dans le cas présent, le mouvement.

1) Les schèmes sont acquis progressivement. Deux notions sont essentielles dans cette acquisition:

- elle se fait par assimilation. Un schème antérieur est progressivement élargi. On en arrive ainsi à la notion

de schème corporel.

- la mémoire est donc un élément indispensable à l'élaboration des schèmes opératifs. Il paraît s'agir, non pas d'une mémoire d'addition, mais d'une mémoire d'association, ce qui en fait l'originalité. Cette mémoire est active et coordonne les schèmes. On peut dire qu'à un degré de plus, l'acomodation de cette mémoire à des situations nouvelles amène à la notion d'intelligence.

2) Ces schèmes opératifs seront constamment soumis ou comparés au schéma fourni par les stimuli extérieurs. On peut grossièrement penser que, si les schémas extérieurs ne correspondent pas à un schème opératif, la fonction ne peut s'accomplir : elle demande la décision de l'activité consciente. A l'inverse, s'ils coïncident, la fonction s'effectue sans contrôle ressenti de l'activité consciente, et ce d'autant plus facilement que l'acte moteur est automatisé. Pourtant, à tout moment, la conscience peut reprendre la commande et modifier la fonction.

C) Peut-on ainsi essayer de saisir le mécanisme de la préhension ?

1) Trois systèmes essentiels sont utilisés :

- un système de stimuli, essentiellement sensoriels (vision, tact, stimuli proprioceptifs), mais aussi corticaux (volonté).

- un système de contrôle : c'est le cerveau avec son intelligence et sa mémoire;

- un système d'exécution: système moteur, partielle-

ment automatisé, et possédant ses propres régulateurs.

2) La fonction passe par les trois stades correspondant aux trois systèmes:

- La motivation peut donc être sensorielle ou volontaire. Un circuit de dérivation (cortex) peut à tout moment reprendre la commande.

- Le deuxième stade comprend : d'abord l'analyse des informations reçues en un schéma abstrait, puis la décision, fonction des schèmes opératifs accumulés auparavant. Cette décision sera, ou non, consciente.

- Le dernier stade est la réalisation.

- * son début coïncide pratiquement avec les premiers stimuli. Elle permet ainsi l'adaptation la plus favorable : le tronc, les articulations de membres supérieurs, la main, sont en position de fonction. Ce système est à la fois auto-régulé et transmet de nouvelles informations.

- * La prise proprement dite se réalise alors, dans sa forme initiale ou modifiée par le centre supérieur.

- * Cette adaptation de la prise amène encore de nouveaux stimuli, transmis au cerveau d'une part, et d'autre part déclenchant par eux-mêmes une rétro-action. Ces nouveaux stimuli, au niveau du cerveau, déclenchent un nouveau cycle de contrôles avec analyse, puis décision, consciente ou non.

D) CONCLUSION

Cette courte analyse bionique permet donc d'étudier le

couple indissociable cerveau-main. On peut en rapprocher certains faits cliniques.

1) L'adaptation de la fonction dans les anomalies congénitales de la main est étonnamment bonne (les schèmes opératifs se construisent sur la main anormale). On comprend donc si cela est nécessaire, l'impératif d'opérer ces enfants très tôt.

2) A l'inverse, on observe parfois des troubles considérables de la fonction chez l'adulte, après une mutilation modérée. La prise elle-même est peu touchée mais, l'adaptation de la fonction à ces nouvelles données est plus ou moins difficile suivant les blessés. On peut en arriver ainsi à un "coefficient d'adaptation" de la fonction à la préhension. Ces faits connus et décrits par de nombreux auteurs nous ont paru intéressants par leur explication bionique.

3) De nombreuses tentatives ont été faites pour réaliser des mains artificielles (main à préhension active type APRL à commande pneumatique d'Heidelberg, main électrique de Kobrinski, etc...).

Un progrès récent et intéressant est celui de la main de Tomovic : les prothèses ayant comme défaut majeur d'être unifonctionnelles, ce dernier a cherché à les rendre multifonctionnelles, capables d'engendrer tous les mouvements humains. Ceci demande l'utilisation de récepteurs miniaturisés (récepteurs de tension de Svitche à l'extrémité des doigts), avertissant un programmeur, utilisant le principe du feed-back. On conçoit cependant aisément qu'un tel instrument, remarquable par sa réalisation, en dehors de tout problème matériel, ne peut remplacer une main humaine. En effet, comme organe du toucher son utilisation est nulle, comme organe de la préhension, ses

mouvements ne peuvent être qu'élémentaires car, jamais les circuits du programmeur ne pourront remplacer les circuits étonnement complexes qui commandent la main humaine.

V - DE LA PREHENSION A LA PRISE

Nous ne pouvons dresser ici une revue complète de tous les systèmes qui permettent de passer de la fonction à la réalité.

Deux chapitres méritent cependant d'être individualisés en raison des rapports particuliers que leur confère cette fonction.

- Sans ouvrir de chapitre de neuro-anatomie ou de neuro-physiologie, il nous a paru intéressant de rappeler les mécanismes nerveux qui relient la préhension et la prise.

- D'autre part, sans reprendre l'anatomie ou la physiologie articulaires de la main, nous avons voulu rappeler quelques points fondamentaux qui permettent la prise.

A. LE SYSTEME NERVEUX ET LA PREHENSION

1) La préhension est un phénomène conscient qui fait intervenir deux éléments : la volonté et la mémoire. Ces deux éléments paraissent pouvoir être modulés par l' "intelligence". Cette activité supérieure domine et interfère sur les phénomènes sous-jacents. Ces phénomènes sont au nombre de deux, distincts, qui prolongent les deux aspects de la main: sensibilité et motricité.

2) Sur le plan sensitif, il faut distinguer la sensibilité extéroceptive et la sensibilité proprioceptive.

a) La sensibilité extéroceptive amène les sensations extérieures. Encore faut-il distinguer la sensibilité épicrotique (conscience spatiale et discriminative des impressions tactiles), la sensibilité protopathique (encore appelée nociceptive car diffuse et indifférenciée), les sensibilités thermique et douloureuse. La main est, par excellence, l'organe de la sensibilité épicrotique.

- Les récepteurs de ces sensibilités sont différents:

* Corpuscules de Meissner, disques de Merkel, pour la sensibilité tactile, épicrotique et protopathique, particulièrement abondants au niveau des pulpes des doigts (à ce niveau, la sensibilité discriminative est dix fois supérieure). D'où le rôle fondamental des pulpes dans la main organe du toucher.

* Bulbes de Krause, corpuscules de Ruffini, pour la sensibilité thermique, terminaisons nerveuses libres pour la sensibilité douloureuse.

- Leur trajet est différent : après avoir cheminé dans le nerf mixte et la racine postérieure, le corps cellulaire se trouvant au niveau du ganglion spinal, ces fibres vont emprunter dans la moelle des itinéraires différents:

* faisceau direct de Goll et Burdach pour la sensibilité épicrotique (fibres myélinisées à conduction rapide)

* faisceau spino-réticulo-croisé pour la sensibilité protopathique

* faisceau spino-thalamique (croisé) pour les sensibilités thermique et douloureuse.

- Ces faisceaux aboutissent, après avoir traversé le tronc cérébral, au noyau ventro-postéro-latéral du thalamus, où ils relaient (il existe d'ailleurs une somatotopie grossière à ce niveau). C'est au niveau du thalamus que paraît se situer le centre de la douleur car la projection corticale de celle-ci n'intervient que pour sa composante épicritique.

- Le dernier relai est thalamo-cortical, se projetant sur les aires 1,2,3 de la pariétale ascendante. Il existe là une somatotopie inégale où la représentation de la main (et notamment de la pulpe des doigts) est particulièrement importante.

- En réalité, les sensations arrivées à ce niveau sont des sensations brutes ou élémentaires. La perception, ou mieux l'interprétation synthétique, demande l'addition de sensations élémentaires, ce qui paraît se situer dans l'aire somato-psychique, occupant la moitié postérieure de la pariétale ascendante.

- Enfin la reconnaissance (intégration des sensations primaires), permet de saisir la signification symbolique : c'est la gnose. Ceci paraît se situer dans un territoire tacto-gnosique isolé des précédents.

b) La sensibilité profonde ou proprioceptive est également importante au niveau de la main:

- Ses récepteurs sont, d'une part, musculaires, d'autre part, tendineux (organes de Golgi), particulièrement denses au

niveau des jonctions tendino-musculaires des muscles intrinsèques de la main (lombricaux), ils réalisent de véritables tensiomètres, assurant un minutieux dosage de la flexion-extension.

- Les fibres de la sensibilité profonde consciente cheminent dans le cordon postérieur (faisceau de Goll et Burdach), émettent des collatérales s'articulant avec les cellules motrices de la corne antérieure, et empruntant le ruban de Reil médian, aboutissent au thalamus. Un neurone thalamo-cortical se termine dans la pariétale ascendante en rapport avec les centres somato-gnosiques.

- La sensibilité profonde inconsciente emprunte les faisceaux de Flechsig (spino-cerebelleux directs) et de Gowers (spino-cérébelleux croisés), pour se terminer dans le paleo-cerebellum.

- On conçoit l'importance de cette sensibilité profonde au niveau de la main, conditionnant:

* pour la sensibilité profonde consciente l'élaboration du Schéma corporel et le sens de position segmentaire

* pour la sensibilité profonde inconsciente, le tonus musculaire, la coordination du mouvement volontaire.

3) sur le plan moteur:

Préposées à la motricité volontaire, semi-automatique ou réflexe, toutes les voies motrices convergent vers la corne antérieure et le nerf périphérique (final commun way). Ainsi sont reçues, au niveau des muscles, des incitations d'origine et de valeur fonctionnelle diverses.

a) Les centres moteurs du cortex se divisent en aires pyramidales et extra-pyramidales.

- Les aires pyramidales (cellules giganto-pyramidales de Betz), sont responsables de la motilité volontaire, fine, élémentaire, improvisée. Ils occupent l'aire 4 de Brodman (aire somato-motrice), dans la partie postérieure pré-rolandique de la frontale ascendante. Dans cette aire, la zone commandant les mouvements de la main et des doigts est remarquablement étendue (aussi étendue que celle du tronc et des membres inférieurs). Le rayon cubital précède le rayon radial et il semble que les neurones soient groupés par centres fonctionnels, où chacun des muscles pourrait avoir sa représentation individuelle. Les cylindraxes de ces neurones constituent des faisceaux pyramidaux et géniculés.

- Les aires extra-pyramidales sont disséminées sur une grande partie du cortex, notamment l'aire 6 dite para-pyramidale de Bucy. Ces zones sont responsables des mouvements automatiques, ou mieux, semi-automatiques et semi-volontaires, qui sont liés en général aux mouvements volontaires. Leur groupement paraît se faire par des groupes musculaires synergiques, réalisant un centre de "pensée motrice". Ce sont ces zones qui, lors de la prise voulue d'un objet, permettent le mouvement qui l'accompagne (tronc, épaule, coude). Ces zones jouent également un rôle dans le maintien du tonus musculaire. Les axones de ces cellules forment la majeure partie du faisceau pyramidal. Enfin, ces centres sont reliés aux zones sous-corticales.

b) Les centres sous-corticaux (noyaux gris centraux), sont des relais apportant au cortex et aux neurones périphériques le contrôle strio-pallidal, réticulaire, ou cérébelleux, nécessaire à la motilité harmonieuse et coordonnée.

- Certains modifient l'activité motrice du cortex: inhibition par l'étage opto-strié, facilitation par le néo-cervelet ou la substance réticulée di-encéphalique.

- D'autres agissent sur le neurone périphérique : faisceau réticulo-spinal (action du pallidum), rubro-spinal (action du paléo-cervelet), vestibulo-spinal et tecto-spinal.

- Ainsi, la préhension volontaire, née des zones pyramidales, est permise par l'action des zones extra-pyramidales (mouvements associés semi-automatiques) et régulée par les centres sous-jacents (noyaux striés et cervelet). L'aboutissant est un acte complexe, harmonieux, dont la réalité est assurée par le couple nerf périphérique-muscle effecteur réunis au niveau de la plaque motrice.

4) Pour terminer cette rapide revue des composantes sensitives et motrices de la préhension, on doit admettre qu'au dessus de ces récepteurs et de ces exécutants, doit se trouver un "chef d'orchestre". C'est le sommet de la hiérarchie anatomique et fonctionnelle, c'est l'élaboration de la pensée. Nous nous abstiendrons de vouloir la situer anatomiquement mais il est indéniable qu'il existe un système de direction ou de contrôle supérieur, recevant probablement des impressions regroupées dans le thalamus, interconnectées avec l'écorce cérébrale, envoyant des ordres aux centres effecteurs. C'est de cette activité supérieure, de cette vie intellectuelle pure, donc de l'intelligence, que dépend finalement la préhension.

B - ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA MAIN

Il est bien évident que nous ne pouvons revenir sur l'

anatomie et la physiologie articulaires de la main. Cependant, lors de la prise, deux aspects nous ont paru fondamentaux :

- d'une part, l'architecture d'ensemble de la main,

- d'autre part, l'opposition du pouce, fonction fondamentale qui est la plus élaborée chez l'homme de toute l'espèce animale.

1) L'architecture de la main lui permet d'adapter sa forme.

a) Partant d'une main aplatie (sur une vitre par exemple) la main peut se creuser suivant trois directions :

- Transversalement existe une concavité antérieure du massif carpien, auquel fait suite le massif métacarpien. L'arche de cette axe métacarpienne passe par le troisième métacarpien. La concavité de cette arche peut s'accroître.

- Longitudinalement existent des arches carpo-métacarpophalangiennes qui rayonnent à partir du massif carpien. Le sommet de cette arche se situe au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne. On a ainsi décrit, au niveau du massif carpien, trois colonnes:

- * Une colonne externe (colonne du pouce de Destot), constituée par scaphoïdes, trapèzes et premier métacarpien. Sur elle se branchent le trapézoïde et le deuxième méta.

- * La colonne moyenne : semi-lunaire, grand os et troisième méta, formant l'axe de la main.

- * Une colonne interne avec le pyramidal, l'os crochu et les

quatrième et cinquième métas.

Enfin, en avant de ces deux arches, sur un plan oblique, se situent les arches d'opposition du pouce, sur lesquelles nous reviendrons. Dans le creusement de la main apparaît une gouttière palmaire dont l'axe est parallèle au pli d'opposition du pouce. Ce mouvement de creusement est notamment permis par l'articulation os crochu-5e méta. Il existe en effet à ce niveau une mobilité qui permet au 5e méta une flexion de l'ordre de 30° (Littler), qui tend à porter le 5e méta en avant et en dehors, et qui ne se situe donc pas dans un plan strictement sagittal. A un degré moindre, il existe également une flexion possible (de l'ordre de 10°) entre le 4e méta et l'os crochu.

b) On peut encore noter que les axes des doigts écartés convergent légèrement en dedans du scaphoïde, que la position de repos naturelle des doigts fait apparaître un parallélisme qui disparaît au niveau des deux doigts externes. Enfin, en position de flexion des MP et des IPP, les doigts convergent vers le tubercule du scaphoïde, l'axe étant de plus en plus oblique lorsque l'on va du 2e au 5e doigt.

c) En conclusion (Littler), les deux arches, transversale et longitudinale, sont formées par deux éléments, l'un fixe, l'autre mobile.

- transversalement existe une arche métacarpienne fixe à laquelle sont solidement unis 2e et 3e métas. C'est l'élément fixe. L'arche métacarpienne est adaptable au niveau des première, quatrième et cinquième articulations carpo-métacarpiennes. Rappelons cependant que les deux derniers métas sont rattachés au méta fixe par le ligament inter-métacarpien, ce qui limite donc leur adaptation à un arc

de flexion-extension de 30° maximum. Le premier méta est indépendant et peut s'opposer au cinquième.

- longitudinalement, le carpe et les deux métas centraux forment la partie fixe de l'arche. Brisée au niveau des M.P., cette arche présente une partie mobile formée par les phalanges. Les métas extrêmes sont relativement adaptables. La stabilité de cette arche est formée par la musculature intrinsèque.

2) L'opposition du pouce est le mouvement fondamental qui autorise la presque totalité des formes de prise. Elle met en oeuvre la "colonne du pouce" (Destot)..

a) sur le plan articulaire:

- l'articulation principale est la trapézo-métacarpienne. Classiquement, articulation par emboîtement réciproque de deux surfaces en forme de selle, elle permet d'orienter le premier métacarpien dans presque toutes les directions de l'espace, grâce à un relatif relâchement de la capsule, renforcé par un ligament postéro-interne. La surface articulaire du premier méta joue sur la surface trapézienne maintenue et animée par les haubans musculaires du pouce. Ainsi, le premier méta possède un certain nombre de mouvements.

* La flexion ou anté-pulsion permet de porter le premier méta en avant de la paume. L'extension ou rétro-pulsion le met dans le plan de la paume (amplitude de 50° à 90°). Le mouvement se passe dans un plan perpendiculaire à un axe oblique d'avant en arrière, de dehors en dedans, légèrement de haut en bas.

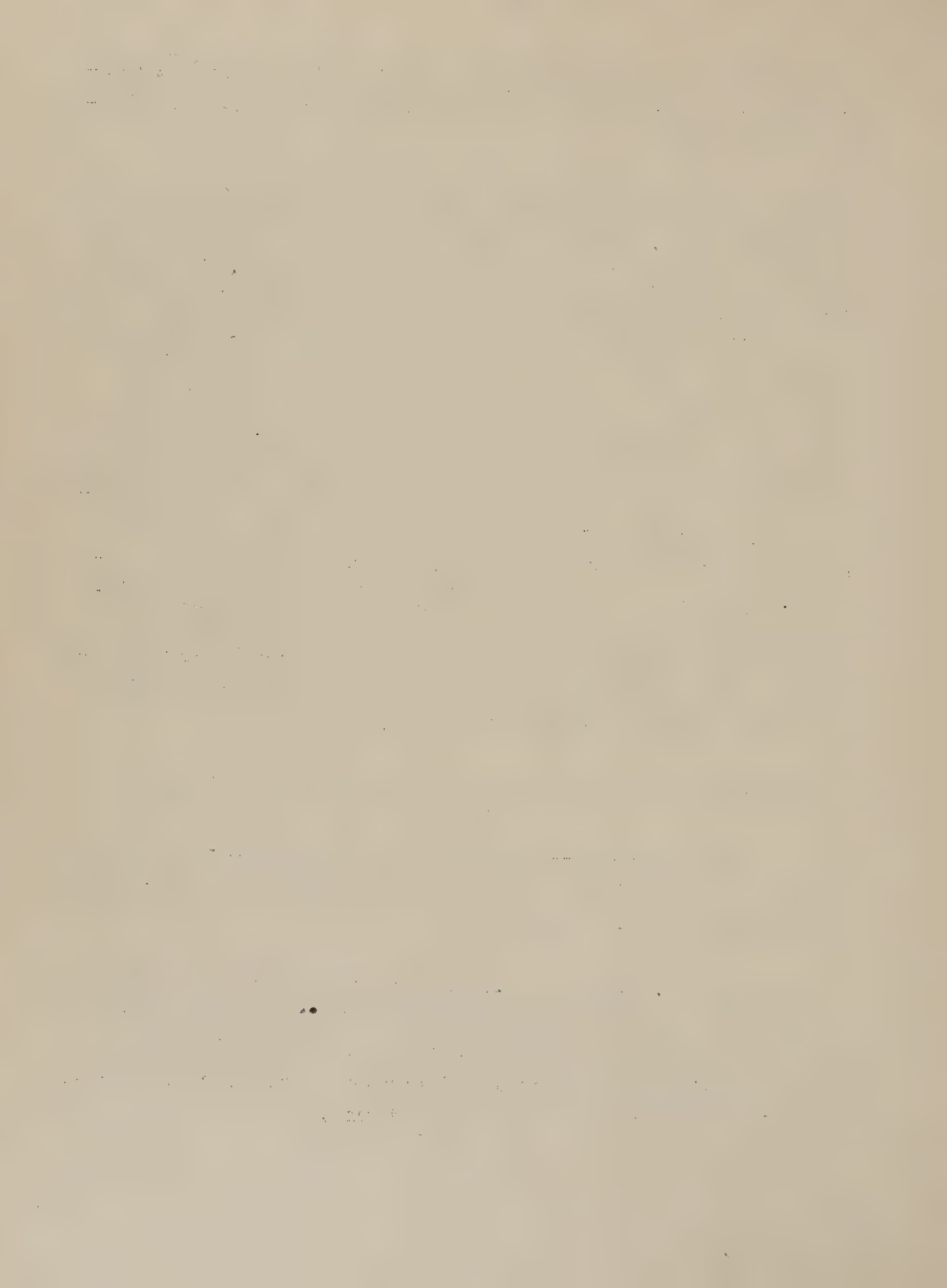
* L'abduction et l'adduction se placent dans un plan perpendiculaire au précédent, voisin de celui de la paume (amplitude de 40 à 50°).

* Plus difficiles à analyser sont les mouvements de rotation du premier méta. Les deux plans précédents ne suffisent pas, en effet, à situer le premier méta dans l'espace. Ses mouvements seraient dus, outre une laxité ligamentaire, à des rayons de courbure différents de la surface trapézienne. Notons au passage que celle-ci occupe une portion de tronc de cône (avec le trapèze et le deuxième méta, et le trapézoïde), dont l'axe est représenté par le deuxième méta. Le premier méta subit donc finalement une rotation spatiale que certains ont divisée en une rotation axiale automatique ou obligatoire, et une rotation axiale active, d'autant plus marquée que le pouce s'oppose à un doigt plus externe. En fait, il semble (J. Duparc) que le premier méta subit une rotation axiale obligatoire qui est égale à sa rotation spatiale : c'est l'expérience classique de l'ongle du pouce barré par une allumette qui tourne autour des doigts telle la face cachée de la lune tourne autour de la terre.

* Les mouvements du premier méta sont difficiles à coter :

soit abduction-adduction et anté-pulsion - retro-pulsion à partir d'une position zéro (opposition pouce-index termino-terminale). (Rabishong)

soit (J. Duparc et J.Y. De La Caffinière) définir un angle de rotation spatiale (de 0 à 120°) jugé en fonction de la position du pouce par rapport à la main, qui est vue par son extrémité, et un angle d'écartement du pouce par rapport à la main, vue par son bord externe.



- L'articulation métacarpo-phalangienne diffère des autres M.P. par ses surfaces articulaires et par la présence de deux sésamoïdes au niveau du fibro cartilage glénoïdien. Les mouvements à ce niveau, sont surtout une flexion de 50° , alors que l'extension est nulle, et des mouvements discrets de latéralité et rotation axiale, dont la valeur reste à apprécier exactement. Pour certains. (Kaplan), cette articulation est peu souple. L'abduction, l'adduction, la rotation, sont presque nulles, et se passent toutes au niveau de la trapezo-métacarpienne. Pour d'autres au contraire, cette articulation est essentielle, et permet l'adaptation du pouce phalangien sur son socle métacarpien.

- Enfin, l'articulation inter-phalangienne ne possède qu'un seul degré de liberté : flexion 90° , extension 10° .

b) Sur le plan musculaire : neuf muscles animent le pouce et se répartissent en deux groupes :

- Les muscles longs ou extrinsèques sont au nombre de 4.

* Le long abducteur du pouce porte le premier méta en dehors et en avant, il est accessoirement fléchisseur du méta.

* Le court extenseur du pouce étend P₁ sur le méta. Il est également abducteur du pouce par son action indirecte sur ce méta.

* Le long extenseur du pouce est extenseur de P₂ sur P₁, extenseur de P₁ sur le méta, extenseur du premier méta (antagoniste... de l'opposition), accessoirement adducteur du premier méta.

* Le long fléchisseur propre du pouce fléchit P2 sur P1, accessoirement P1 sur le méta.

- Les muscles intrinsèques se distinguent en deux groupes :

* Un groupe externe ou superficiel comporte trois muscles qui assurent le début de l'opposition, en ce sens qu'ils écartent et assument la rotation spatiale du premier méta.

** Le court abducteur du pouce écarte et fléchit le premier méta ainsi que P1, en imprimant une rotation axiale pronatrice.

** L'opposant possède une action superposable au précédent.

** Le court fléchisseur, contrairement à son nom, est peu fléchisseur du méta, mais a une action d'adduction nette. Il est également fléchisseur de P1

* Un groupe interne profond comporte deux muscles qui rappellent le premier méta vers le deuxième :

** L'adducteur du pouce est adducteur du premier méta, quelle que soit sa position de départ (en raison de la poulie des fléchisseurs de l'index). Il est fléchisseur de P1 sur le méta et extenseur de P2.

** Le premier interosseux palmaire a une action voisine du précédent. Notamment, ils impriment à P1 une rotation axiale supinatrice.

c) On peut ainsi définir l'opposition en séparant arti-

ficiellement trois temps élémentaires:

- Un premier temps où le premier méta subit une abduction anté-pulsion grâce au couple fonctionnel long-abducteur-muscles externes.

- Un deuxième temps d'abduction et surtout, rotation axiale, notamment par le court fléchisseur.

- Enfin un troisième temps de flexion et adduction, par le groupe des muscles profonds.

d) En conclusion, rappelons que l'opposition du pouce commence dans le domaine du nerf médian et s'achève par le nerf cubital. Elle met en évidence deux parties distinctes du pouce :

- Le pouce métacarpien qui permet de positionner le pouce dans l'espace.

- Le pouce phalangien qui assure l'adaptation de l'opposition lors de la prise.

VI - LA PRISE

Le terme ultime de la préhension , finalement, le seul objectif, est la Prise. Il apparaît essentiel d'arriver à comprendre d'abord, à codifier ensuite, les différents types de prise, non seulement dans un but anatomique et fonctionnel, mais également dans un but réparateur chez le mutilé de la main, voire d'appréciation médico-légale.

A) SUBSTRATUM DE LA PRISE

La prise, c'est à dire l'acte qui permet de prendre et qui ne saurait être séparé de son intentionnalité, sous-entend nécessairement une opposition de forces.

1) Les forces en présences:

- Tout objet en lui-même présente une force intrinsèque par sa forme, son poids, sa mobilité ou sa vitesse, soit donc, finalement, une certaine forme d'énergie statique ou cinétique.

- Ceci oblige à concevoir de la part de la main l'application d'une force au moins égale ou supérieure. Cette force d'application présente certaines particularités :

* Elle est créée par la main, mais il peut arriver que celle-ci ne représente qu'un élément d'une force plus globale (mouvement d'ensemble comprenant le tronc, le membre supérieur).

* Elle utilise pour une large part les forces de frottement, ce qui diminue notablement l'énergie à fournir (témoin les différences importantes notées lors de la prise d'un objet simple ou graissé). Ces forces de frottement, utilisées d'autant plus que la force d'application est importante, sont directement proportionnelles aux surfaces en contact, donc à l'importance (en surface) de la prise. Cependant, la force qu'applique la main à l'objet dépend considérablement du but, puisqu'elle peut soit prendre soit comprendre.

2) La main fournit ces forces d'application par la création de forces opposées, mettant en présence une force statique et une force dynamique ou 2 forces dynamiques, jamais 2

forces statiques. Ainsi, à ce niveau, apparaît la notion indispensable de l'existence d'une contraction musculaire (jeu agoniste-antagoniste.)

3) Enfin, la main peut s'adapter à des situations particulières (forces importantes par exemple), c'est la notion de prise rétentive).

B) LES DIFFERENTS TEMPS DE LA PRISE

Sans revenir sur les temps initiaux de la préhension (stimulus sensoriel ou volontaire, interprétation et commande centrale) la prise elle-même connaît deux phases distinctes:

- un temps dynamique ou cinétique qui correspond à l'approche et à l'adaptation de la prise.

- un temps statique, avec ses oppositions de forces, dont nous analyserons les variétés ci-dessous.

On peut ainsi distinguer quatre temps successifs:

1) Il faut d'abord une position de prise au niveau du tronc, et des différents segments du membre supérieur (mobilisation de la ceinture scapulaire, de l'épaule, du coude et du poignet).

2) Le temps suivant est l'ouverture de la main où les différentes articulations jouent en même temps. Le choix du positionnement des doigts intervient pratiquement simultanément. Cette adaptation se fait à la fois sur les MP et les inter-phalangiennes.

3) L'approche des doigts de l'objet se fait essentiel-

lement par l'adaptation des articulations MP (les inter-phalangiennes bougent peu).

4) La phase terminale ou statique est assurée par la flexion des inter-phalangiennes qui développent les forces d'opposition grâce au système des fléchisseurs, notamment le fléchisseur profond.

Dans l'ensemble quel que soit le type de prise, on retrouve la succession de ces 4 temps.

C) FACTEURS INFLUENCANT LA PRISE

En dehors des phénomènes volontaires ou extérieurs, la prise est modifiée par deux grands facteurs:

1) Les caractères propres de l'objet, c'est à dire essentiellement sa forme, son poids, son volume. D'une manière générale, la main, devant l'augmentation de ces trois facteurs, cherche à augmenter les surfaces en contact.

2) L'intentionnalité du geste modifie à l'évidence la prise: un objet étant pris différemment suivant la fonction qu'on lui assigne. Napier, ne reconnaissant à cette intentionnalité que deux possibilités (précision ou force), classe, à partir de là, les mouvements de préhension en deux variétés: "power-grip and precision-grip", avec possibilité de passage d'une forme à l'autre.

D) LES DIFFERENTS TYPES DE PRISE

De nombreuses classifications ont été proposées:

- McBRIDE (1942) propose de diviser la prise globale de la main, la prise entre les doigts et le pouce, la prise entre la paume et les doigts.

- GRIFFITHS (1943) propose de distinguer : la prise cylindrique ,sphérique, en anneau, doigts pliés, et la pince.

- SLOCUM et PRATT (1946) proposèrent une classification longtemps admise: "Pinch" (pincer entre le pouce et un ou plusieurs doigts), "Grasp" (saisir un objet entre la paume, les doigts et le pouce), "hook" (le crochet). Cependant, les limites sont relativement imprécises, notamment en fonction de l'opposition du pouce.

- NAPIER (1956) cherche une approche plus précise et considère la fonction de la main dans son ensemble. La stabilité de la prise étant assurée, elle ne peut être que de force ou de précision ("power-grip and precision-grip"). Lors de la "precision grip", le pouce est en abduction et rotation, les doigts modérément fléchis, la main est dans l'axe de l'avant-bras. Dans la "power-grip", le pouce est en adduction, les doigts en flexion, variable selon l'objet, la main en inclinaison cubitale. Il est possible de passer d'une forme à l'autre, en fonction de l'intentionnalité du geste.

- LANDSMEER (1962) reprend les propositions de NAPIER mais préfère au terme de "precision-grip", le terme de "precision-handling". En effet, si la "precision-grip" présente bien deux phases dynamique et statique , la "precision-handling", ne reconnaît qu'une phase dynamique, le terme de "handling" correspondant à "manipulation".

- Si l'étude de la main dans son ensemble paraît

satisfaisante, il ne semble pas que l'on puisse conserver ces deux termes : on peut en effet passer facilement de l'un à l'autre, il existe des intermédiaires, dans tous les cas il paraît exister un élément dynamique et statique. On en arrive donc à être obligé de considérer les principales variantes de prise (chacune ayant ses caractères propres, certaines étant plus solides que d'autres). Il est en effet essentiel de posséder des points de repère fixes qui permettront d'analyser l'altération de la prise chez le mutilé de la main.

- Avec J.DUPARC et J.Y. ALNOT, nous pensons que l'on peut définir cinq variétés principales de prise . Il s'agit :

- * Prise pollici-digitales
- * Prise multi-pulpaire
- * Prise directionnelle
- * Prise digito-palmaire
- * Prise inter-digitale

Chacune de ces formes correspond à une entité physiologique. Leur importance relative nous paraît capitale pour les trois premières variétés, qui ont comme point commun la nécessité de l'opposition du pouce.

1-/ Les prises pollici-digitales comportent différentes variétés qu'il faut analyser. Dans l'ensemble, cette variété pollici-digitale peut être bi ou tri-digitale (intéressant le pouce, l'index, le médus, beaucoup plus rarement les deux derniers doigts).

a- Il peut s'agir de prise par opposition terminale (pince ronde)(bi ou tri digitale). C'est par excellence une

prise fine et précise.

- Le pouce s'oppose à l'index, au médius, ou aux deux, par leurs extrémités relatives pulpaire. L'intégrité articulaire est, bien sûr, essentielle, mais il est remarquable que les inter-phalangiennes restent en demi-flexion, alors que la flexion active est assurée au niveau de la MP.

- L'ongle peut participer à la prise au niveau de son bord libre mais c'est la pulpe qui est la zone essentielle, nécessitant une trophicité et une sensibilité normales.

- Le rôle des muscles de l'opposition, et des interosseux, est essentiel dans ce type de prise du travailleur manuel précis.

b- Il peut s'agir de prise pollici-digitale par opposition sub-terminale (là aussi bi ou tri-digitale)(pince longue):

- Pouce et index s'opposent ici par leur face pulpaire. Les MP et les IPP sont en flexion, alors que les IPD sont pratiquement en extension (et même en hyper-extension lorsque se surajoute un élément de solidité).

- Il s'agit là d'une prise courante car à la fois suffisamment précise et solide. Là encore, le rôle de l'opposition et des interosseux est essentiel.

- Notons qu'entre ces deux variétés, existe une forme intermédiaire ou termino-sub-terminale.(extrémité de la pulpe du pouce appuyée sur la pulpe de l'index ou vice-versa).

c - La prise pollici-digitale sub-termino-latérale:

- elle appuie la pulpe du pouce sur la face externe de l'index (P3 ou P2).

- cette prise est moins précise que les deux précédentes mais elle est, par contre, plus stable et plus solide.

- les muscles essentiels sont les thénariens du côté du pouce (qui, dans cette prise, est en adduction relative), notamment le court fléchisseur (Forest). Du côté de l'index, la stabilisation est assurée par le premier interosseux dorsal.

2-/ La prise directionnelle représente une entité particulière:

- Il s'agit là d'une prise fonctionnelle utilisée couramment lors de n'importe quel travail manuel, de force ou de précision. Cette variété est intermédiaire entre la prise digito-palmaire et la prise pollici-digitale. C'est cette variété que NAPIER décrit sous le nom de "power-grip". En réalité, cette prise assure à la fois la force et la précision grâce à un rôle précis de chaque doigt.

- L'objet est dans la paume, suivant une ligne oblique en bas et en dehors, parallèle au pli d'opposition du pouce.

- La main est en inclinaison cubitale.

- Le pouce en opposition constitue le butoir externe de l'objet et l'intensité croissante de cette opposition

permet une solidité croissante de la prise.

- L'index peut être fléchi (il a alors un rôle stabilisateur). Il peut être, à l'inverse, étendu, conférant alors à cette prise non seulement la stabilité mais également la précision. (emploi d'un tournevis).

- Le médius et l'annulaire sont en flexion variable selon la forme de l'objet. Ce sont eux qui assurent le maintien de l'objet contre la paume et qui forment le butoir interne.

- L'auriculaire nous paraît ici un doigt essentiel car c'est lui qui verrouille la prise en bloquant l'objet dans la paume. Les doigts sont donc de plus en plus fléchis lorsque l'on va du deuxième au cinquième. Les muscles essentiels sont, en dehors, les thénariens et le long fléchisseur du pouce, en dedans, le système fléchisseur avec les interosseux.

3-/ Les prises multi-pulpaire ou sphériques:

- Il s'agit là d'une forme particulière qui correspond le mieux au deuxième aspect de la main (organe du toucher).

- Cette prise utilise surtout les pulpes des doigts, c'est à dire les zones sensorielles de la main. Certes, elle s'adresse surtout aux objets ronds, que les doigts peuvent cerner ou enserrer, mais c'est surtout elle qui, par l'utilisation des pulpes, nous permet de progresser dans la connaissance du monde extérieur.

- Dans cette prise, le pouce est en opposition, les

doigts modérément écartés et fléchis au niveau de leurs différentes articulations. L'annulaire et, surtout, l'auriculaire, sont en opposition. Cette opposition pouce-cinquième doigt confère à cette variété de prise une grande mobilité (c'est cette variété qui est décrite sous le nom de "precision-handling").

- L'empreinte pulpaire retrouve un arc de cercle au niveau des pulpes dont le centre approximatif correspond à la pulpe du pouce. Cette surface pourrait être appelée "zone d'exploration pulpaire possible". La disparition des pulpes du troisième ou du quatrième modifie peu cette surface, plus pour celle de l'index ou de l'auriculaire, elle disparaît presque complètement avec l'amputation du pouce .

- Cette prise est encore remarquable par ses possibilités d'adaptation :

* d'une part, grâce notamment au creusement de la paume, elle peut être fine et précise (se rapprochant alors des prises pollici-digitaes) ou au contraire, s'élargir considérablement.

* d'autre part, cette prise est éminamment adaptable lors de la reconnaissance d'un objet. Des degrés différents d'opposition du pouce et de flexion des doigts permettent de modifier le plan de prise ou d'exploration par rapport à la main ou au membre supérieur.

4-/ La prise digito-palmaire :

- Il s'agit là d'une prise de force où le pouce n'intervient pratiquement pas (prise d'une poignée de valise par exemple).

- L'objet est perpendiculaire à la main et à l'avant-bras parfois en légère inclinaison cubitale. Les doigts sont fléchis, surtout au niveau des inter-phalangiennes (action puissante des fléchisseurs) alors que les MP sont en extension ou modérément fléchis et que cette flexion disparaît avec la fatigue pour se transformer en crochet des inter-phalangiennes (c'est le "hook").

- Cette prise de force ne verrouille l'objet que dans un sens, mais peut être complétée par l'opposition du pouce.

- Cette variété utilise habituellement les quatre derniers doigts, mais peut exister avec un nombre inférieur.

5-/ La prise inter-digitale latero-latérale :

- Il s'agit là d'une prise faible, fragile, sans précision. Utilisée pour tenir un objet fin et léger (cigarette), elle met en jeu les interosseux palmaires et dorsaux.

Peu utilisée dans la vie courante, elle peut se développer après mutilation du pouce.

E) CONCLUSION

Cette étude nous paraît résumer les différentes possibilités de prise. Il semble même possible, à partir de là, de codifier ces variétés (on pourrait imaginer de coter chaque prise en fonction de l'utilisation d'un instrument caractéristique de chaque variété de prise).

Cependant, si l'un a vu plus haut que l'étude de la pri-

se ne résume pas celle de la préhension, de même l'étude de la préhension ne résume pas les fonctions de la main:

1) La main, en dehors de la préhension, est loin d'être inutile:

- sans revenir sur la notion de main, organe du toucher, qui procède généralement par la prise, mais pas obligatoirement,

- la main qui prend l'outil, peut elle-même devenir outil; elle est en effet capable d'autres mouvements qui ne sauraient être enlevés à sa fonction globale. Ses possibilités sont multiples: pousser à l'aide de la main, d'un ou de plusieurs doigts, heurter, frapper de façon globale, ou par un doigt (sur un piano par exemple), manipulations diverses à l'aide d'un ou plusieurs doigts etc...

- Enfin, il existe encore d'autres possibilités qui se rapprochent de la prise: jeter ou lâcher (prise inversée) gratter, évoquer, etc...

2) Les mouvements de préhension font également intervenir des facteurs passés inaperçus dans l'étude de la prise:

- la stabilité

- la force musculaire

- la cinétique, qui se manifeste diversement :

soit au niveau de la rapidité de la prise, soit surtout dans le passage d'une forme de prise à une autre, ce qui est extrêmement fréquent.

- Enfin, il apparaît certain qu'une main normale possède son propre "coefficient d'utilisation", qui est un facteur personnel, fonction d'un contexte intellectuel, professionnel et social.

3) Il est capital de rappeler que le couple main-cerveau forme un tout indissociable et que la prise n'est que l'expression d'une fonction qui met en jeu des structures étonnamment complexes.

4) L'étude de la prise présente une application directe chez le mutilé de la main. Mais, cette altération de la fonction est-elle égale à l'altération de la prise? là est tout le problème.

Nous avons vu que l'on pouvait définir un véritable "coefficient d'adaptation" qui doit modifier les résultats de l'étude de l'altération de la prise chez le blessé.

Cependant, l'étude précise de l'altération de la prise chez le mutilé de la main, permet, dans le cadre des amputations des doigts, de définir des niveaux typiques d'amputation.

LES NIVEAUX D'AMPUTATION DES DOIGTS

LES NIVEAUX D'AMPUTATION DES DOIGTS

I - GENERALITES

Les amputations des doigts, à différents niveaux, altèrent la prise, donc, la préhension. Il serait essentiel de savoir, devant un blessé de la main, si l'on peut raccourcir un doigt sans risque accru sur la prise, et à quel niveau, ou si, au contraire, la conservation de la longueur maxima est essentielle. Problème difficile à résoudre en matière de chirurgie de la main car chaque cas est un cas particulier. Nous nous sommes efforcés cependant de définir des niveaux typiques d'amputation.

A.- Un certain nombre de conditions préalables doivent être rappelées:

1) Nous ne reviendrons pas sur les techniques d'amputation qui doivent permettre d'obtenir un moignon couvert, bien étoffé, mobile, sensible mais indolore.

2) Nous rappellerons que cette chirurgie nécessite un entraînement particulier, d'une part technique, d'autre part et surtout "prévisionnel", permettant d'entrevoir les suites du blessé et d'envisager ainsi soit une amputation d'emblée si elle est praticable à un niveau typique qui n'entrave pas da-

vantage la fonction, soit, à l'inverse, la conservation d'un segment apparamment inutile dans le but d'une utilisation ultérieure, de transposition par exemple.

3) C'est donc dire que l'amputation d'un doigt doit tenir compte de multiples facteurs.

à a) Sont bien entendu essentiels:

- La ou les fonctions remplies par le doigt lésé,
- L'importance pour la main de chaque segment amputé
- L'importance relative de la lésion en fonction du malade, de son contexte intellectuel, social et professionnel.

b) D'autres facteurs encore interviennent:

- nous rappellerons en effet qu'en matière de main traumatique surtout complexe, la lésion isolée est rare, les lésions associées la règle. C'est dire qu'il faudra tenir le plus grand compte de l'état des doigts voisins : mobilité, sensibilité, état ostéo-tendineux ou vasculo-nerveux. Tous ces facteurs doivent être jugés d'emblée en urgence (et jusqu'au problème esthétique chez la femme). Ils sont encore plus importants en matière de chirurgie froide pour une reprise d'amputation.

c) La traumatologie ne résume pas les amputations des doigts, il peut parfois s'agir de séquelles d'infection, de rétractions fibreuses, très rarement de pathologie tumorale.

B.- Nous avons donc été amenés à étudier la valeur de la prise chez les amputés des doigts.

1) Nous avons essayé de retenir au maximum les blessés qui présentaient des lésions "pures" d'amputation, à des niveaux variables. Ceci nous a amenés à exclure les dossiers d'amputation présentant des troubles liés:

- soit aux lésions associées ostéo-articulaires, tendineuses ou nerveuses,

- soit liées à l'amputation elle-même, qu'il s'agisse de troubles trophiques (cicatrices atrophiques, adhérentes, douloureuses) ou encore d'enraidissements articulaires avec forte diminution de la mobilité ou encore de moignons insensibles ou douloureux, voire de névromes.

2) Nous n'avons pas revu d'amputation du pouce, sur laquelle nous passerons brièvement. Pour les autres doigts, nous avons divisé chaque rayon digital en trois segments:

- zone I : va de l'articulation carpo-métacarpienne à l'articulation métacarpo-phalangienne (comprend donc le méta).

- zone II: va de la métacarpo-phalangienne à l'interphalangienne distale (elle comprend donc P1, P2, et l'IPP)

- zone III: la partie distale à partir de l'IPD comprend donc uniquement P3.

Nous préciserons les particularités des amputations par doigt et par zone.

3) L'étude de la préhension chez ces blessés a été faite en étudiant:

- l'adaptation aux lésions

- la valeur de la prise en tenant compte de la multiplicité des formes de prise, de leur variabilité lors de l'adaptation à différentes situations.

Cette étude a nécessité l'utilisation d'objets divers: soit légers ou lourds, soit de force ou de précision, soit parfois (amputations distales) de reconnaissance: c'est le picking-test.

4) Enfin, si nous nous sommes surtout attachés à préciser les niveaux typiques d'amputation, nous n'avons pas approfondi le chapitre des techniques opératoires que l'on peut proposer dans le cadre de la chirurgie réparatrice.

C.- Nos dossiers se répartissent de la façon suivante :

Sur les 103 dossiers que nous avons examiné, nous n'avons revu effectivement que 64 malades.

1) Ces 64 amputés des doigts sont:

- tous masculins

- presque tous travailleurs manuels (58 sur 64)
(par exemple, menuisiers, imprimeurs, ouvriers sur machines)

- presque toutes ces amputations sont des lésions traumatiques (60 blessés). Les quatre dossiers restant se répartissent entre:

- . maladie de Dupuytren (2 cas)
- . brûlure par courant électrique (1 cas)
- . panaris trainant ostéo-articulaire (1 cas)

- l'âge moyen se situe entre 35 et 40 ans.

2) Ces amputations se répartissent de la façon suivante:

- amputations unidigitales: 40 cas (18 pour l'index, 10 pour le médus, 5 pour l'annulaire, 7 pour l'auriculaire).
- amputations bidigitales (ou hémi-amputations): 13 cas
- amputations tridigitales (ou subtotales) : 9 cas
- amputations de quatre doigts (ou totales) : 2 cas

On voit ainsi la grande fréquence des amputations unidigitales, représentant 2/3 des cas. (et dans celles-ci la grande fréquence de l'atteinte de l'index : près de la moitié).

II.- AMPUTATIONS UNIDIGITALES

Nous avons divisé ce chapitre en :

- . amputations du pouce
- . amputations en zone III (9 cas)
- . amputations selon chaque doigt.

A. Amputations du pouce

Nous n'avons pas revu d'amputations du pouce pour deux

raisons:

-d'une part, il s'agit d'un sujet traité par de nombreux auteurs (Nicoladoni, Hingelfelt, S. Bunell, Hittler, Gillies, Tubiana et Duparc, J. Gosset)

-d'autre part parce qu'il n'y a pas de niveaux typiques d'amputation du pouce.

En effet, au niveau de P2, les amputations du pouce posent des problèmes identiques aux amputations pulpaire des autres doigts, si ce n'est qu'à ce niveau, les problèmes sont encore plus importants.

Jusqu'à la MP, les amputations concernent le pouce phalangien, au-delà, elles concernent le pouce métacarpien.

Dans tous les cas, la ligne de conduite est la même : il faut être au maximum conservateur. Chaque millimètre à ce niveau peut être utile pour former une branche valable de la pince pollici-digitale, ou servir plus tard de support pour une éventuelle reconstruction.

Nous rappellerons à ce sujet que l'on a décrit de nombreuses techniques de réparation, qu'il s'agisse du procédé de Gill Gillies, de différentes techniques de pollicisation, ou encore de de reconstruction à partir du procédé de Nicoladoni. La multiplicité de ces techniques montre bien l'importance de ce problème.

B.- Amputations en Zone III (P3 jusqu'à l'IPD)

Ces lésions nous paraissent mériter une place à part. Les problèmes qu'elles posent sont identiques pour chaque

doigt. En effet, portant sur la pulpe, c.à.d. sur la partie sensitive et sensorielle du doigt, elles entravent la fonction du tact et du toucher sur chaque doigt lésé.

1) Malades étudiés : nous avons revu 9 malades amputés en zone III, et répartis de la façon suivante:

- 4 pour l'index
- 2 pour le médus
- 2 pour l'annulaire
- 1 pour l'auriculaire

Pour chacun, nous avons étudié la qualité des différentes variétés, de prise, mais surtout nous avons attaché une grande importance à ce niveau à l'étude du "picking-test" qui nous a ainsi permis de chiffrer la valeur du "toucher-pulpaire".

2) Résultats:

Il est difficile d'éliminer dans cette zone la gêne liée aux troubles trophiques ou cicatriciels. Cependant:

a) dans la prise multi-pulpaire, le doigt lésé est exclu. Ce doigt est en retrait de la ligne pulpaire. La conséquence en est la diminution de "la surface d'exploration pulpaire", ceci de façon modérée pour le deuxième, troisième et quatrième doigt, plus importante pour le cinquième doigt.

b) Pour l'index et le médus, ces lésions altèrent la prise pollici-digitale, du moins dans ses variétés termino-terminales ou sub-terminales. La pince termino-latérale n'est pas modifiée si elle utilise la face latérale de P2.

Finalement donc, c'est la prise fine de petits objets qui est entravée et ceci presque toujours de façon importante.

c) Ceci est particulièrement important pour l'index:

- . dans la prise fine pouce-index, nos quatre blessés remplaçaient la prise 1 - 2 par une prise 1 - 3.

- . ces mêmes troubles s'observent pour une hémi-amputation externe de P3 de l'index.

d) Par contre, les prises digito-palmares et les prises directionnelles ne sont pas modifiées.

e) Dans tous les cas, la sensibilité de reconnaissance étudiée par le "picking-test" est très abaissée. Nos 9 malades avaient des picking-tests" entre 2 et 6/10.

3) Conclusions:

Il nous semble que l'on peut donc diviser cette zone en deux parties :

a) les 2/3 distaux forment une entité en ce sens qu'il restera après amputation une zone pulpaire. Par conséquent le principe directeur de l'amputation doit être ici de garder le maximum de longueur, chaque mm étant utile. Tous les artifices techniques de recouvrement peuvent être utilisés en fonction des lésions. On sait que les procédés sont multiples. Nous ne ferons que citer la suture simple, les recouvrements par auto-greffes de peau mince ou de peau totale, les plasties locales à partir du doigt lésé, ou enfin les

auto-plasties à distance (lambeaux hétéro-digitaux par exemple). Pour notre part, nous pensons que tout procédé mettant en jeu une zone indemne, et a fortiori un doigt sain, est sujet à caution.

Finalement donc, trois critères guident l'amputation dans cette zone :

- . la restriction minimum de la résection osseuse
- . la bonne qualité du recouvrement, si possible sensible
- . enfin, le dernier point commun est la conservation de la matrice de l'ongle à ce niveau, qui permettra donc sa repousse.

b) Inversement, dans le tiers proximal de cette zone, deux caractères sont communs :

- . l'ongle ne peut être conservé, et la matrice doit donc être excisée.
- . d'autre part, le moignon pulpaire sera insuffisant pour assurer une néo-pulpe valable.

Par conséquent, il est licite ici, pour obtenir un moignon bien étoffé et fermé sans tension, de recourir, si cela est nécessaire à une résection osseuse. Très souvent, la base de P3 ne pouvant être conservée, l'amputation se fera donc au niveau de la tête de P2 après abrasion du cartilage articulaire.

Ce type d'amputation nous rapproche donc de la zone II qu'il nous faut maintenant considérer suivant chaque doigt.

C.- Amputations de l'index (en dehors de P3)

1) Rôle de l'index :

C'est le doigt le plus utilisé après le pouce :

- Dans les prises fines, nous avons vu qu'il vient s'opposer au pouce (typé pollici-digitale termino-terminale) mais il est également essentiel dans la variété termino-laterale, notamment grâce à l'action du premier interosseux dorsal.

- Dans les prises de force (prise directionnelle par exemple), il représente l'un des éléments fixes de l'arche métacarpienne. Il a là outre son rôle de force un rôle essentiel de stabilisation dans les prises larges.

- Enfin, l'index est le doigt chef de file dans les différentes variétés de prise.

2) Nous avons revu 18 amputations de l'index :

- . 4 d'entre elles concernent P3
- . 8 d'entre elles se situent en zone II
- . 4 enfin se situent en zone I

3) Résultats :

a) Nous ne reviendrons pas sur les amputations en zone III, qui n'ont pas de caractères particuliers, si ce n'est que l'index est pratiquement toujours remplacé dans les prises fines par le médus.

b) En zone II (de la MP à l'IPD), l'étude des diffé-

rentes prises est particulièrement intéressante :

- Dans la prise pollici-digitale, l'index n'est plus utilisé. Le médius le remplace sauf dans les variétés termino-latérales.

- Dans la prise multi-pulpaire, l'index est exclu.

- Dans la prise digito-palmaire, l'absence d'enroulement du doigt entraîne des troubles plus ou moins importants. Ceci est particulièrement net à partir de la tête de PI, où le doigt n'est alors plus utilisé dans cette variété.

- Inversement cependant, la prise directionnelle est bonne en raison de l'appui que donne la tête du méta, le doigt amputé servant partiellement d'élément stabilisateur.

c) En zone I (au dessus de la MP), il n'est plus question de l'utilisation de ce doigt dans les différentes variétés de prise.

Le problème est alors de juger :

- . de la profondeur de la première commissure permettant une prise large pouce-médius.

- . de l'intérêt, ou non, d'un appui externe dans la paume, grâce à la tête du premier méta.

- . De la stabilité transversale, enfin, de la prise.

D'après nos observations (6 malades) :

- . Même après amputation au delà de la tête du deuxième méta, la stabilité transversale n'est jamais compromise - (elle pourrait l'être en raison du rétrécissement en largeur de

la paume, et de la section du ligament inter-métacarpien).

. Après conservation de la tête du méta, la première commissure n'est jamais assez profonde pour permettre une prise large pouce-médius.

. Le moignon correspondant à la tête du deuxième méta, par l'appui qu'il donne en dehors, et par la largeur qu'il conserve à la paume a paru utile chez deux de nos 6 malades, travailleurs manuels de force.

d) Dans tous les cas, il ne faut pas oublier que les amputations de l'index, depuis l'IPD jusqu'à la tête du méta comprise, laissent un moignon franchement inesthétique, ce qui est parfois un problème important, notamment chez la femme.

4) Conclusions:

Il nous apparaît donc qu'il faut scinder l'index en trois zones:

. la première correspond à la pulpe et va jusqu'à la base de P3, nous l'avons vu.

. La deuxième va de la base de P3 à la tête de P1

. La troisième va de la tête de P1 à la base du méta.

- Dans la zone moyenne, on peut tirer comme conclusions qu'il faut garder le maximum de longueur. Cependant, on est en droit de réséquer les quelques mm d'os qui permettront d'obtenir un moignon bien couvert et fermé sans tension. La qualité de la prise n'en sera pas affectée, au con-

traire.

- Tout le problème se situe entre la tête de P1 et la base du méta, c.a.d. finalement pour la zone qui va de la tête de P1 à la tête du méta comprise. Dans cette région, faut-il conserver le maximum de longueur, ou faire d'emblée une amputation réglée trans-métacarpienne de l'index ? Pour notre part, nous pensons qu'il ressort franchement de l'étude précédente que la balance dans cette zone doit pencher en faveur de l'amputation trans-métacarpienne.

a) Nous rappellerons en effet, d'une part, l'absence d'utilisation du moignon qui occasionne même parfois une gêne dans certaines prises, d'autre part, l'inutilité pour quatre de nos malades, de l'appui sur la tête du méta, inconvénient majeur de la résection trans-métacarpienne, car nous ne pensons pas que le rétrécissement de la paume en soit un.

b) Si, comme nous le pensons, on opte pour une amputation trans-métacarpienne de l'index, d'emblée ou secondairement (et qui a été bien étudiée par A. Chase, Clayton, J. Gosset) alors, elle doit obligatoirement s'accompagner:

- * d'une incision qui permettra l'approfondissement de la première commissure;

- * d'une transplantation du premier interosseux dorsal sur le deuxième interosseux dorsal, à son insertion sur le médius;

- * d'une transplantation éventuelle de l'extenseur propre de l'index sur le médius.

c) les avantages sont considérables:

- la main obtenue a un aspect normal. On a pu appeler cette intervention "l'amputation esthétique" de l'index, car il faut compter les doigts restant pour s'apercevoir qu'il en manque un. Cette indication chirurgicale nous paraît absolue chez la femme.

- la première commissure étant large, elle permet la saisie d'objets volumineux (lors des prises pollici-digitales I-III, prises digito-palmares).

- La transplantation du premier interosseux dorsal va permettre progressivement au médus de "s'indexaliser", en devenant lui-même doigt chef de file. Chez les 3 malades revus avec une amputation réglée trans-métacarpienne, cette indexalisation est constante.

Nous terminerons ce chapitre en répétant que cette intervention nous paraît souhaitable entre la tête de P1 et le méta, même chez le travailleur manuel.

D) Les amputations du médus (en dehors de P3)

1-/ Rôle du médus:

Il s'agit du doigt le plus long dont les fonctions sont essentielles:

- d'une part, dans les prises fines, il est l'un des deux éléments digitaux possibles de la prise pollici-digitale, par opposition I - III.

- rappelons que, au cours de cette opposition, il est également essentiel par l'insertion au niveau de son corps

et de sa base, de l'adducteur du pouce.

- d'autre part, il représente un élément capital de prise de force:

* il forme avec l'index la partie fixe de l'arche métacarpienne.

* il assure de part et d'autre la solidité de la paume, notamment grâce au ligament inter-métacarpien.

* il forme donc l'élément essentiel de la stabilité, autour duquel va pouvoir tourner l'arche interne de la main.

- Enfin, axe médian de la main, de par sa seule présence il remplit l'espace index-annulaire et empêche donc le vide et l'instabilité entre ces deux doigts.

2-/ Nous avons revu 10 amputations du troisième rayon digital : deux en zone III, trois en zone II et 5 en zone I.

3-/ Résultats:

a) En zone III , les troubles correspondent à ceux que nous avons déjà vus.

b) En zone II, on observe un certain nombre de troubles :

- La prise pollici-digitale pouce - index, ne peut être renforcée par l'action du médius, devenant ainsi tri-digitale (gênant pour l'écriture).

- La prise directionnelle n'est que peu modifiée,

sauf si l'amputation est haute, près de la base de P1.

- La prise multi-pulpaire, bien entendu exclue pour le médus, est modifiée également pour les autres doigts, car il apparaît très vite une déviation axiale de l'index et de l'annulaire, qui ont tendance à converger dans l'espace vide.

- Cet espace n'étant pas rempli, un des troubles essentiels est la gêne à la prise de petits objets, et à leur maintien dans la paume, car ils ont tendance à filer entre les deux doigts adjacents, et ceci, d'autant plus facilement que l'amputation est plus haute.

- Enfin, si la prise digito-palmaire est peu modifiée, la seule inter-digitale qui persiste est la prise IV-V.

c) En zone I, on observe des troubles très importants:

- On retrouve les éléments ci-dessus :

* vide index-annulaire avec déviation axiale de ces deux doigts, et déséquilibre de la musculature intrinsèque.

* la tête du méta ayant disparu, l'effet stabilisateur diminue et l'on observe une rotation des deux doigts adjacents

- Ainsi s'expliquent les troubles des différentes prises:

* La prise pollici-digitale pouce-index est très gênée par l'absence de support interne à l'index, doigt chef de file (écriture).

* Prise directionnelle très gênée par l'absence de sta-

bilisation du 2e et du 4e et la rotation de ceux-ci.

* Même problème pour la prise multi-pulpaire avec, de plus, la fuite des objets par la fente.

* Il en est également de même pour la prise digito-pal-maire dont la force est notablement diminuée (par déviation du trajet tendineux).

* Enfin, deux prises interédigitales sur trois ont disparu.

4-/ Conclusions;

En dehors de P3, il nous semble que l'on peu diviser le médius en trois parties:

* De la base de P3 à la base de P1

* Une zone intermédiaire comprenant la base de P1 et la tête du méta,

* Enfin, le méta en dehors de la tête, jusqu'à sa base.

a) Dans la première partie (base P3 à base P1), il nous parait que cette zone correspond aux règles classiques d'amputation, avec conservation de la longueur maxima compatible avec une fermeture de tissus valables, sans tension. Là aussi, la résection de quelques mm nécessaire à l'obtention de ces conditions, ne troublera pas leur résultat définitif.

b) Dans la zone comprise entre la tête du troisième méta-exclue, et sa base, les problèmes sont d'ordre palliatif:

faut-il laisser une telle amputation, dont nous avons vu les désordres importants qu'elle entraîne, ou faut-il envisager une intervention de chirurgie réparatrice ? Cette dernière solution nous paraît préférable. Le problème est le choix d'une intervention ; deux essentiellement ont été proposées :

- la résection complète du troisième métacarpien (Caroll), par le bloc fibreux qu'elle entraîne dans l'espace interosseux, et par l'adaptation des articulations carpo-métacarpiennes internes, permettrait une bonne restauration de la fonction.

Nous n'avons pas l'expérience de cette intervention, qui a pour elle le mérite de la simplicité. Nous pensons cependant que le comblement suffisamment solide est illusoire, de même que l'adaptation articulaire interne, surtout celle du quatrième rayon digital, dont on sait que la mobilité est très modérée, et, de toute manière, ne se situe pas dans un plan frontal.

- L'autre type d'intervention, plus complexe mais plus satisfaisant, est appelé la transposition ou translocation de l'index sur le médus. Elle a été décrite par différents auteurs, notamment Kaplan, et reprise en France récemment par Razemon.

Le deuxième méta est sectionné près de sa base, et l'ensemble de l'index transposé sur la partie restante du troisième méta. Le résultat définitif est une main à quatre doigts, comparable aux amputations trans-métacarpiennes de l'index.

Les avantages de cette méthode sont considérables, aboutissant théoriquement à une main d'excellente qualité. Ce-

pendant, il ne faut pas méconnaître les risques : on transpose ici un doigt sain pour suppléer un doigt amputé. Des séquelles peuvent apparaître sur le doigt transposé: outre les problèmes de consolidation osseuse, il peut s'agir de raideurs articulaires, de diminution de la force de la prise, et de la diminution de la force d'adduction du pouce en raison de la désinsertion partielle de l'adducteur de ce doigt. Il nous paraît cependant que les avantages doivent ici l'emporter sur les inconvénients.

c) Reste la zone intermédiaire comprise entre la base de P1 et la tête du méta:

Dans cette zone intermédiaire, il n'est pas certain qu'une telle intervention soit licite, car la pratiquer, c'est supprimer ce qui reste encore de stabilité par l'existence du troisième méta et du ligament interne métacarpien au niveau de la tête.

De telle sorte qu'en cette zone intermédiaire, d'autres arguments prennent de la valeur pour cette indication opératoire: intensité des troubles, contexte social et professionnelles, souci esthétique.

E) Amputations de l'Annulaire (en dehors de P3)

1-/ Rôle de l'annulaire : Il est double

- d'une part dans les prises de finesse, il participe avec le cinquième à l'opposition de l'arche interne métacarpienne. Cependant, cette opposition reste modérée en raison du peu d'amplitude de l'articulation os-crochu-quatrième méta.

- d'autre part, dans les prises de force, il forme avec le troisième méta auquel il est solidement uni par le ligament intermétacarpien, l'élément central de solidité de la paume.

- bien que faisant partie de l'arche interne, sa physiologie est beaucoup plus comparable à celle du médus qu'à celle de l'annulaire.

2-/ Nous avons revu 5 amputations de l'annulaire : deux en zone III, 2 en zone II, 1 en zone I.

3-/ Résultats:

a) En dehors des amputations en zone III, qui n'ont rien de particulier à ce doigt, l'amputation en zone II réalise des troubles assez semblables aux amputations du médus:

- * déviation latérale des deux doigts voisins,

- * fuite des petits objets par l'interstice médus-auriculaire,

- * la prise multi-pulpaire et la prise directionnelle sont peu modifiées,

- * par contre, on note une diminution notable de la force de la prise digito-palmaire, et la disparition de deux prises inter-digitales sur trois.

b) Nous n'avons revu qu'un seul malade, amputé au niveau de la MP où les troubles étaient moins importants qu'une amputation identique du médus: en effet, on n'observait pas de rotation des doigts voisins, mais des troubles compa-

rables aux amputations de la zone II. Cependant, chez ce malade, la tête du métacarpien était respectée.

4-/ Conclusions:

En dehors de P3, on peut diviser l'annulaire, comme le médius, en trois parties:

a) Entre la base de P3 et la base de P1, il nous paraît important de garder, suivant les principes habituels, le maximum de longueur.

b) Un problème intéressant mais que nous n'avons pu analyser, est représenté par les amputations du méta, de sa base à sa tête exclue. Une telle lésion entraînerait certainement des troubles justifiant une chirurgie réparatrice.

- On a en effet proposé la transposition du cinquième doigt sur l'annulaire. Cependant, cette intervention paraît ici moins raisonnable que pour le médius, car:

* les troubles sont, en général, moindres, le quatrième méta n'étant pas l'élément fixe essentiel de la main.

* d'autre part, l'auriculaire nous paraît un doigt essentiel, certes transposable, mais aux dépens d'une modification du bord cubital de la main, ce qui n'est pas souhaitable.

* par contre, sur un plan morphologique, l'aspect de cette transposition est certainement favorable.

- On a également proposé la résection complète du quatrième méta. Cette solution serait peut-être préférable

dans la mesure où il s'agit d'une intervention simple, qui n'agit pas sur les doigts sains, et surtout qui permettrait un rapprochement correct du 5e méta vers le 3e, car on connaît la mobilité de l'articulation os crochu-5e méta. Une adaptation serait donc possible. Pour notre part, nous pensons que nous donnerions ici la préférence à cette méthode, mais nous n'en avons pas l'expérience.

c) Enfin, dans la zone intermédiaire, (base de P1 et tête métacarpienne), il nous paraît, comme pour le médus, que, avant d'envisager une intervention plus large ou plus complexe, tous les facteurs doivent être soigneusement étudiés avant de prendre une décision (intensité des troubles, contexte, souci esthétique).

F) Amputations de l'auriculaire (en dehors de P3)

1) Rôle de l'auriculaire:

Il s'agit là d'un doigt essentiel, dont le rôle est souvent sous-estimé:

- Dans les prises fines, type multi-pulpaire, il est fondamental parce qu'il constitue la partie essentielle de l'arche palmaire interne dont on a vu les possibilités d'opposition, grâce à la particularité de l'articulation os-crochu-5e méta. C'est à son niveau que se situe l'adaptation de la partie interne de la main, non seulement grâce à cette articulation, mais aussi par la MP, qui fléchit le doigt en inclinaison radiale à 30 °.

- Dans les prises de force, son rôle est également essentiel: dans la prise directionnelle, si la puissance de la prise est surtout assurée par le médus et l'annulaire,

c'est au 5e qu'il appartient de "verrouiller" la prise. C'est le doigt qui fléchit le plus dans la paume, au niveau de ses trois articulations, permettant ainsi l'occlusion de cette paume.

- Enfin, il ne faut pas oublier le rôle essentiel du bord cubital de la main, représenté par le 5e méta, l'éminence hypothénar, puis le 5e doigt. Il s'agit là d'une ligne d'appui, couramment utilisée comme soutien, dans de nombreux gestes de précision (écriture par exemple).

2) Nous avons revu 7 amputations de l'auriculaire :

- * 1 en zone III
- * 3 en zone II
- * 3 en zone I

3) Résultats:

a) Il n'y a pas d'éléments particuliers pour les amputations en zone III, si ce n'est qu'elles réduisent notablement la "surface d'exploration pulpaire".

b) Les amputations en zone II s'accompagnent en outre:

* dans les prises larges (type prises directionnelles), d'une instabilité légère, en rapport avec l'absence de blocage interne.

* On peut noter parfois le filage de petits objets retenus dans la paume doigts fermés.

Les troubles dans cette zone restent cependant modérés.

c) En zone I, par contre, la gêne est notable :

* outre la restriction de la prise multi-pulpaire, et le filage d'objets gardés dans la paume surtout une instabilité liée à l'absence de verrouillage et à l'étroitesse de la paume (lors de la prise d'un marteau par exemple).

4) Conclusions:

A notre avis, il n'existe pas de niveaux typiques d'amputation au niveau de l'auriculaire, où la longueur maximale doit toujours être conservée.

a) Ceci est essentiel de la base de P3 à la base de P1, avec les conditions habituelles d'une bonne fermeture.

b) Dans la zone comprise entre la base et la tête du méta exclue, il nous paraît utile, surtout pour des raisons morphologiques, de reporter l'amputation sous la base du 5e méta, avec section oblique en bas et en dehors.

c) Dans la zone intermédiaire, comprenant la base de P1 et la tête du méta, le moignon est souvent inesthétique. Nous avons vu que la gêne est déjà notable lorsque l'amputation siège sur le doigt. Il nous paraît excessif, pour de simples raisons esthétiques (sauf cas particuliers), de reporter plus haut l'amputation, car la resection de la tête du méta accroît notablement l'instabilité de la prise. Si une telle amputation était cependant décidée, il faudrait alors le reporter à la base du 5e métacarpien.

III.-AMPUTATIONS PLURI-DIGITALES

A. GENERALITES

1) Ces lésions posent des problèmes très différents des amputations unidigitales.

a) Il s'agit en général de traumatismes sévères de la main, qui posent d'emblée le problème de leur traitement en urgence. Nous ne reviendrons pas sur les principes directeurs, bien étudiés par Gosset et Michon au 67e congrès de chirurgie (1965). Rappelons seulement certains impératifs:

- La conservation a priori de la plus grande longueur possible de segments osseux.

- la nécessité d'un apport circulatoire correct et, si possible, d'une innervation

- la stabilité nécessaire du squelette fracturé qui peut être obtenue par ostéo-synthèse,

- Enfin, la nécessité d'une couverture cutanée correcte, au besoin par des artifices plastiques.

b) Lorsque la période aiguë est passée, la cicatrisation et la consolidation obtenues, la rééducation et la physiothérapie doivent s'efforcer, avec la coopération du malade, de donner la meilleure fonction possible aux segments restants. C'est seulement à ce stade que l'on pourra dresser un bilan de la valeur de la prise et donc de la fonction, et envisager, si cela est nécessaire, une chirurgie réparatrice en fonction de quelques grands principes.

c) On conçoit également que des lésions traumatiques sévères de la main soient extrêmement diverses et que l'on rencontre pas deux lésions identiques.

D'autre part, il est exceptionnel de rencontrer dans ce domaine, des lésions d'amputation pure. Pratiquement, au cours de ces graves traumatismes, s'associent presque toujours à l'amputation des lésions variées des doigts restant, qu'il s'agisse:

- de lésions osseuses fermées (fractures)

- plus souvent ouvertes (plaies cutanées, vasculo-nerveuses, tendineuses),

Les séquelles au niveau des doigts restants (insensibles, voire douloureux, peu mobiles ou franchement raides) alourdiront considérablement le pronostic de l'amputation par elle-même.

d) En conclusion, on ne peut pas parler de niveaux typiques d'amputation dans le cadre de lésions pluri-digitales. La grande diversité des lésions rencontrées, jointe à la grande fréquence des lésions associées, ne permettent que d'étudier les troubles de la prise et donc de la fonction. En fonction des troubles communs pour chaque type de lésion, c'est plus une orientation générale thérapeutique que l'on cherchera à faire, plus qu'une étude précise de niveaux systématisés d'amputation.

2) Nous avons exclu de ce cadre les amputations associées du pouce, qui posent des problèmes indépendants. En effet, si la reconstruction d'un pouce mutilé est essentielle dans une main par ailleurs normale, elle l'est d'autant, sinon plus

lors d'une amputation pluri-digitale. En effet, le but essentiel de la reconstruction d'une main mutilée est d'obtenir la création ou l'amélioration d'une pince. On comprend alors la nécessité de la reconstruction de ce doigt, permettant d'obtenir un élément susceptible de s'opposer.

En réalité, les grandes mutilations de la main, avec amputation du pouce posent des problèmes complexes qu'il faut analyser:

- existe-t-il des moignons pouvant former une pince ?
- la mobilité active est-elle suffisante pour permettre une opposition ?
- les éléments cutanés sont-ils sensibles ?

Tous ces éléments doivent entrer en ligne de compte des indications thérapeutiques.

Dans les amputations pluri-digitales que nous avons revu, le pouce était soit intact, soit partiellement mutilé. On ne peut cependant jamais négliger ce problème dans le traitement des autres doigts d'autant que l'on sait qu'un doigt partiellement mutilé peut parfois servir à la reconstruction d'un pouce (MERLE D'AUBIGNE et TUBIANA)

3) Classification

Nous avons revu 24 amputations pluri-digitales que nous avons classées en fonction du nombre de doigts atteints. Ces amputations se répartissent en :

- amputations bi-digitales ou héli-amputations (15

cas)

- amputations tri-gitales ou sub-totales (7 cas)
- amputations de quatre doigts ou totales (2 cas)

Dans chacun de ces trois chapitres, il faut distinguer deux parties, selon que l'amputation laisse, ou non, des phalanges intactes. Nous verrons donc successivement les amputations partielles pluri-digitales, puis les amputations complètes de plusieurs rayons digitaux.

B. LES AMPUTATIONS PARTIELLES PLURI-DIGITALES

Nous avons revu six malades dont les amputations respectent au moins la première phalange au niveau de 1 ou plusieurs doigts:

- deux concernaient une amputation bi-digitale radiale laissant P1 et la moitié de P2 du médus.
- une était une amputation intercalaire du 2e et 4e doigt amputant P2 et P3
- Deux concernent une amputation subtotale atteignant le 2e et le 4e niveau de P2, et le médus à la tête de P1.
- Enfin, une est également une amputation sub-totale des trois derniers doigts, respectant les deux dernières phalanges du 5e.

1) Analyse:

- Le trouble le plus spécifique de ces lésions est

la disparition dans sa majeure partie, ou totalement, de la prise multipulpaire, avec disparition de la "surface d'exploration pulpaire". Cette surface est en effet pratiquement nulle s'il ne persiste que le pouce et un doigt. Cette disparition de la prise multipulpaire s'accompagne d'une baisse notoire de la sensibilité discriminative et le picking test étudié au niveau des extrémités des moignons, varie, entre 3 et 6/10.

- Quant aux autres prises, elles sont certes altérées de façon variable en fonction de l'importance et du siège des lésions, mais il nous est surtout apparu que, chez tous ces blessés, tout moignon de doigt restant est presque toujours utile:

* un moignon d'index permet l'appui externe de la prise directionnelle et une prise pollici-digitale termino-latérale de bonne qualité.

* la présence de moignons du 3e et du 4e doigt, même réduits, assure la stabilité et la largeur de la paume, et empêche les troubles sur les doigts voisins.

* Une longueur maxima du 5 est toujours utile, notamment comme appui.

- Ainsi, en dehors de la prise multi-pulpaire, ces malades sont susceptibles d'avoir d'autres types de prise, même diminués :

* une prise pollici-digitale si un ou deux doigts persistent, quelque soit leur siège,

* une prise digito-palmaire si la longueur est suffisan-

te.

- En dehors des troubles de la prise, nombreux sont les gestes usuels qui sont très gênés, suivant le siège des lésions (comme l'écriture par exemple).

2) Conclusions:

Il est certain qu'il faut, dans la mesure où l'amputation passe au-dessus de la base des doigts, essayer de conserver le maximum de longueur aux doigts mutilés. Cependant, comme pour les amputations uni-digitales, il est licite de résequer les quelques mm d'os qui permettront la fermeture du moignon dans de bonnes conditions.

Il ne nous paraît pas possible de reporter plus haut que l'agent vulnérant le niveau d'amputation, même dans le cas d'une lésion de l'index au niveau de son corps ou de sa base. On pourrait en effet proposer là, comme dans une amputation unidigitale, l'amputation trans-métacarpienne, de l'index avec transposition du premier interosseux dorsal et creusement de la première commissure.

En fait, répétons pour terminer ce chapitre que tout moignon de phalange restant nous paraît essentiel à conserver lors d'une amputation pluri-digitale.

C) Hemi-amputations (deux doigts)

Nous avons revu 15 blessés que l'on peut répartir suivant le siège de l'amputation en :

* amputations radiales des deux doigts externes (7 cas)

- . amputations cubitales des deux doigts internes (4 cas)
- . amputations centrales (médus et annulaire) (3cas)
- . amputations intercalaires (index et annulaire) (1 cas d'amputation partielle)

1) Les hémi-amputations radiales ,7 cas.

a) Analyse:

Nous avons revu 7 amputations radiales où, pour 5 d'entre elles, elles interessaient l'index et le médius au delà de la base de P1, les deux dernières étant des amputations partielles.

- L'étude des différents types de prise montre un certain nombre de points interessants :

* la prise multi-pulpaire est possible mais notablement diminu e quant à sa surface d'exploration (environ 2/3)

* la prise pollici-digitale entre le pouce et le 4e ou 5e doigt est relativement bonne. Cependant, elle est en général moins précise que la prise habituelle car elle ne se fait pas par opposition terminale comme avec l'index. La pince est report e un peu au-delà de l'extrémité du doigt sur la face antérieure de P3. Le pouce s'oppose par son extrémité et son ongle est très utile.

* la prise directionnelle est très modifiée : la largeur conserv e de la paume suppl e au manque de stabilisation par absence du médius. Le pouce en opposition avec une adduction plus importante sert d'élément stabilisateur substitutif. Dans l'ensemble, la force de ce type de prise est très diminu e mais également sa précision. Il n'est plus possible en-

fin, de distinguer réellement cette prise de la prise digito palmaire, en dehors du simple crochet des deux derniers doigts.

- Finalement, ce sont surtout les prises de force qui sont le plus alourdies par ce type d'amputation. Cependant, les prises de finesse, utilisant plus spécifiquement les doigts externes (écriture), le sont, bien entendu également.

b) conclusions.

Deux cas principaux doivent être distingués :

- Dans un premier cas, il reste la base de P1 ou au moins les métas entiers de ces deux doigts:

* On est a priori tenté de proposer l'amputation trans-métacarpienne de l'index et l'approfondissement de la première commissure. Cependant, trois de ces cinq malades utilisaient dans les prises de force la partie externe de la paume correspondant à la tête du méta.

* Il ne nous est parait pas forcément logique, chez le travailleur manuel, de diminuer ainsi la stabilité transversale, quand elle ne peut être compensée que par l'action du pouce en adduction plus prononcée. De fait, la stabilité transversale de ces prises larges est souvent compromise. Inversement, chez le travailleur de précision, il apparaît parfois utile de creuser la première commissure.

* Finalement l'indication dépend des cas particuliers sans oublier le côté esthétique et l'aspect très disgracieux du moignon externe de la paume correspondant aux têtes des

2e et 3e métas.

- Dans un deuxième cas, si l'amputation a intéressé d'emblée les métacarpiens au-dessus de leurs têtes, il est alors sûrement nécessaire de proposer:

* amputer le 2e méta sous sa base de façon oblique et de creuser la première commissure.

* de conserver au maximum le 3e méta en raison de son rôle de pivot des insertions du ligament inter-métacarpien et de l'adducteur du pouce.

* Enfin, de s'assurer, pour l'annulaire, d'un interosseux radial permettant une pince solide. Son absence serait une indication à une transposition éventuelle.

- Enfin, certains cas particuliers peuvent bénéficier de conditions locales favorables, ainsi un moignon d'index peut être transposé sur un médus, amputé au niveau de la MP.

2) les héli-amputations cubitales (4 cas)

a) Analyse :

Sur 4 malades revus, trois étaient amputés totalement des deux derniers doigts cubitiaux. L'étude de la prise amène quelques remarques particulières :

- la tendance à la déviation cubitale de l'index et du médus était nette chez deux malades.

- la qualité de la prise était relativement bonne:
- . la prise pollici-digitale est, bien sur, excellente.
- . la force de la prise digito-palmaire est diminuée.

- . les prises multi-pulpairees sont très amoindries.
- . la prise directionnelle est, par contre, lésée, en raison de l'absence de blocage interne.

- Finalement ,les prises fines sont bonnes alors que les prises larges sont gênées,non pas tant par l'absence de stabilité latérale que par le manque de blocage interne. Par contre,tous les gestes utilisant le bord cubital comme appui sont bien sur très handicapées.

b) Conclusions :

On peut encore distinguer deux cas:

- Si l'amputation passe au-delà des têtes des métas,il est souvent nécessaire de toujours conserver le maximum de longueur possible, même si l'aspect morphologique est peu satisfaisant,car la largeur de la paume est toujours utile.

- Par contre, si l'amputation passe au-dessus des têtes des métas,il est sans doute justifié de rendre la morphologie plus acceptable en utilisant une résection oblique,en bas et en dehors des 4e et 5e métas.

3) Les héli-amputations centrales (3 cas)

a) Analyse:

Ces lésions perturbent tous les différents types de prise:

- Les prises fines sont gênées (notamment la prise multipulpaire) par le vide correspondant aux deux rayons man-

quants. La fuite des objets est ici importante.

- Les prises larges sont gênées par la considérable diminution de la force de la prise. La prise la moins touchée est peut être la prise directionnelle en raison de l'existence d'un 5e doigt et d'un index, avec une paume suffisamment large.

- Enfin, sur le plan morphologique, il existe toujours une importante déviation axiale des deux doigts restants.

b) conclusions:

Nous avons toujours conservé le maximum de longueur possible à ces mains. Cependant, dans certains cas favorables on pourrait suggérer, bien que nous n'en ayons pas l'expérience :

- la résection du 4e méta si son amputation siège aux alentours de la MP. Ceci permettrait le rapprochement du 5e doigt vers le 3e méta et permettrait l'amélioration de la prise, malgré la diminution de la largeur de la paume.

- quant à la translocation de l'index sain sur le méta du médius amputé, il nous paraît déraisonnable dans une main aussi sévèrement mutilée, de mettre en jeu la vitalité d'un doigt préservé. Une telle indication nous paraît donc à rejeter.

D.- LES AMPUTATIONS SUB-TOTALES

Nous avons revu 7 blessés amputés de 3 doigts:

- 4 d'entre eux présentaient des amputations incomplètes

tes des rayons digitaux, au delà de la tête de P1. Nous avons vu qu'il convenait dans ce cas de conserver un maximum de longueur.

- 3 blessés restent dans le cadre de ces amputations sub-totales, que l'on peut diviser en: radiales, cubitales, ou intercalaires. En réalité, il est plus simple de situer directement le doigt restant, d'autant que dans ces trois cas, il s'agissait d'une amputation sub-totale radiale, ne laissant persister que le 5e doigt.

1) Analyse :

Les troubles observés sont assez identiques:

- Les prises fines (pollici-digitales) se résument à la prise pouce-auriculaire. Elle est d'utilisation peu maniable car, d'une part, termino-terminale pratiquement toujours et, d'autre part, elle pose les problèmes de la rotation du 5e doigt qui est insuffisante normalement.

- Les prises de force sont très gênées :

* il n'y a pratiquement pas de possibilité de prise directionnelle ou digito-palmaire.

* les blessés se servent habituellement de la pince pouce-face externe du 2e méta, s'il existe pour les prises fortes et étroites.

- Enfin, en dehors de la prise et du problème morphologique, ces blessés sont très handicapés dans nombre de gestes de la vie courante.

2) Conclusions:

Il apparait peu de solutions pour améliorer le prise de ces blessés.

a) L'ostéotomie de dérotation du 5e méta peut être justifiée pour permettre une meilleure opposition de ce doigt avec le pouce. Encore faut-il courir le minimum de risques sur le dernier doigt valide de la main, et notamment, ne pas trop diminuer sa force.

b) Il peut être utile également de transplanter sur le 4e interosseux palmaire un extenseur afin de renforcer la pince pouce-auriculaire.

c) On pourrait encore suggérer le raccourcissement de la paume trop large en réséquant le 2e méta par exemple, ce qui permettrait également d'agrandir la première commissure. La pince pouce-2e méta serait alors reportée sur la face externe du 3e méta.

E.- AMPUTATIONS TOTALES (4 doigts)

1) Analyse:

Nous n'avons revu que deux amputations totales des 4 doigts. Il s'agit là bien entendu d'une mutilation sévère mais qui, cependant, dans les deux cas présents, a été atténuée par la présence d'un pouce indemne.

L'analyse de la prise chez ces blessés montre l'existence de deux prises essentielles :

* Pouce-face externe du moignon de l'index, qui est utilisée comme prise de force, mais qui est étroite et peu maniable pour la précision.

* Pouce-extrémité du moignon le plus long (notamment l'auriculaire) plutôt utilisée comme prise de précision.

Finalement, ces blessés n'ont pratiquement ni prise de précision, ni prise de force large.

2) Conclusions :

a) Répétons encore l'utilité essentielle de conserver tout moignon viable.

b) Si l'amputation siège au niveau des MP, la chirurgie réparatrice doit viser deux buts:

- d'une part, aggrandir la première commissure et améliorer ainsi la prise pouce-index.

- d'autre part ,et surtout,autonomiser le 5e méta: c'est la "phalangisation" grandement aidée par la résection du 4e méta. Ce procédé permet une prise autonome pouce-5e méta,par opposition de ce méta isolé,mobile au niveau de son articulation avec l'os crochu. Il existerait de plus une possibilité de prise latéro-latérale 3e-5e méta.

c) Enfin, nous n'avons pas pu revoir d'amputation plus haut située au niveau des métas car, dans tous les dossiers de relevés,le pouce était également amputé. Rappelons cependant qu'il faut alors distinguer l'amputation distale ou main métacarpienne (justifiant une phalangisation des 1 et 5e métas réalisant une pince tripode) des amputations à prédominance cubitale ou radiale et enfin trans-métacarpienne dont on sait les difficultés de restauration d'une pince de qualité correcte.

3) Pour terminer ces lésions graves multiples des doigts, en dehors du problème fonctionnel toléré de façon variable suivant chaque blessé, il faut insister sur deux aspects :

- le caractère uni ou bi-latéral des lésions qui, lors d'une mutilation grave de la main, peut alourdir singulièrement le pronostic fonctionnel.

- d'autre part, l'aspect morphologique est loin d'être négligeable, une fonction altérée permet finalement une activité professionnelle, bien sûr souvent modifiée. Mais, l'aspect inesthétique des mains de ces blessés entrave très souvent leur vie socio-professionnelle. Ainsi, les 2/3 des amputations pluri-digitales que nous avons revues ont été l'objet de prescriptions de prothèses esthétiques, ou mieux, de "vie sociale". Aucun n'a utilisé de prothèse fonctionnelle.

C O N C L U S I O N S

CONCLUSIONS

Nous avons donc divisé cette thèse en deux parties:

1)- Dans la première partie, nous avons tenté d'analyser ce que l'on entend par le terme de "fonction de préhension". Cette analyse ne peut être qu'imparfaite, en raison de la complexité et de la multiplicité des mécanismes mis en cause.

La préhension est une fonction dont l'acte effectif est représenté par la prise. La réalisation de cet acte demande soit la volonté, soit un stimulus extérieur mais toujours contrôlés par le système nerveux central.

Parmi les stimuli possibles, il peut s'agir de stimuli sensoriels, visuels ou tactiles. Il existe en effet un système sensoriel au niveau de la main, correspondant au tact, particulièrement développé dans sa composante épicrotique au niveau des doigts, et véritablement intégré au niveau des centres supérieurs. Ainsi les aspects sensitif et moteur de la main sont difficilement séparables puisque leurs éléments sont identiques (main et cerveau), et que les stimuli tactiles interviennent à tous moments dans la prise.

Une analyse de type bionique nous a permis de dresser un tableau d'ensemble de cette fonction, au cours de laquelle

l'organe effecteur, c.a.d. la main, reste toujours soumis à la commande des centres supérieurs.

Il nous a paru utile également de rappeler les mécanismes neurologiques mis en jeu lors de la préhension et les principaux aspects mécaniques de la main lors de la prise. Nous avons ainsi revu l'architecture d'ensemble de la main (en soulignant l'importance des 2 rayons digitaux internes) et cette fonction particulière qu'est l'opposition du pouce.

A parti de ces deux données, fonction et effecteur, nous avons étudié le terme ultime de la préhension: la prise. Nous avons tenté de schématiser les variétés qui nous paraissent les plus représentatives, au nombre de cinq : prise pollici-digitale, prise directionnelle, prise multi-pulpaire, prise digito-palmaire, prise inter-digitale.

Cependant, il ne faut pas oublier que l'étude de la prise méconnaît certains facteurs importants (aspect cinétique, variations de force, adaptation) et que cette étude ne résume pas toutes les possibilités de la main. Pourtant, une étude aussi précise que possible de la prise nous paraît indispensable dès que l'on s'adresse à une main mutilée, dont il faut apprécier la valeur fonctionnelle. Le problème est de savoir si l'altération objective de la prise est superposable à l'altération de la fonction.

II)- En fait, au terme de cette étude, il nous semble que l'étude d'une main mutilée doit faire intervenir différents facteurs qui se résument pas à l'étude de la prise. On pourrait proposer, dans un but d'appréciation plus précise, voire de cotation, l'étude de deux grands facteurs de valeur approximativement égale:

1) La main mécanique considérée dans son sens le plus large,

doit être étudiée indépendamment de ses relations centrales. Trois facteurs peuvent être jugés dans ce chapitre:

- la prise elle-même, jugée dans ses cinq variétés essentielles (il s'agit de l'étude de la prise statique).
- le dynamisme de la prise, jugeant dans chaque variété de prise l'amplitude, c.a.d. la mobilité utile.
- la force de prise enfin.
- A part, il ne pas oublier les possibilités mécaniques en dehors de la prise (main-outil).

2) La main sensorielle ne peut être séparée de la précédente Il faut juger:

- la valeur de la sensibilité épicroitique au niveau des pulpes (intérêt du picking test), mais aussi des autres variétés de sensibilité (notamment profonde).
- Cet aspect sensoriel n'est pas dissociable des centres supérieurs (puisque l'on juge le toucher).
- On peut rapprocher de ce chapitre l'aspect morphologique de la main, qui ne doit jamais être négligé.

Un tel essai de cotation d'une main mutilée prête obligatoirement à discussion, et notamment ne tient pas compte d'un véritable "coefficient d'adaptation" qu'il faudrait savoir évaluer

Pour notre part, nous avons limité l'appréciation fonctionnelle de ces mains à la prise, car notre but était, à partir des troubles observés chez les amputés des doigts, d'essayer de définir des niveaux typiques d'amputation.

III)- Dans une deuxième partie, nous avons étudié 64 blessés amputés de un ou plusieurs doigts, à l'exclusion du pouce, que nous avons classés en amputations uni et pluri-digitales.

1)- 40 de nos blessés présentaient des amputations unidigitales, qui nous paraissent les plus intéressantes, en raison outre leur fréquence, des possibilités d'étude précise de la prise en fonction de chaque segment amputé. Nous avons essayé de préciser, pour chaque rayon digital, les troubles liés à l'amputation en fonction du niveau. Nous avons ainsi isolé trois zones:

* une zone III, correspondant à la pulpe où la conservation maxima des 2/3 distaux, nous paraît capitale.

* une zone II, allant à la base de P1 à la base de P3 où la conservation maxima est dans l'ensemble souhaitable, sauf quelques exceptions que nous avons précisées.

* une zone I, correspondant au méta et à la MP, où l'attitude à adopter dépend du rayon digital envisagé.

Sur 40 amputations unidigitales, 18 concernent l'index. Un point intéressant est celui des amputations de l'index au dessus de la tête de P1 où le moignon résiduel paraît plus gênant qu'utile : c'est là, pour nous, l'indication d'une amputation trans-métacarpienne de l'index avec agrandissement de la première commissure, transposition du premier interosseux dorsal sur le médus. Les amputations hautes du médus altèrent sérieusement la prise et doivent faire discuter une transposition de l'index sur le troisième méta. Par contre, les amputations hautes du quatrième nous paraissent poser des problèmes d'indication thérapeutique plus difficiles. Quant à l'auriculaire, il nous a paru capital de toujours essayer de lui

conserver le maximum de longueur.

2) Nous avons revu 24 cas d'amputation pluri-digitale, plus difficiles à étudier pour deux raisons: d'une part la multiplicité des possibilités fait que chaque lésion devient un cas particulier où seule une ligne générale thérapeutique peut aider pour la conduite à tenir, et d'autre part, l'extrême fréquence des lésions non mutilantes des doigts restants, avec leurs propres séquelles (raideur, troubles sensitifs ou moteurs). Il ne nous paraît pas possible, dans ce chapitre, de préciser des niveaux typiques d'amputation.

Nous avons divisé ces amputations en lésions partielles et amputations globales, suivant le nombre de doigts amputés. Une des formes les plus intéressantes est l'amputation de deux doigts, fréquente, dont le traitement demande discussion, en fonction du siège radial, cubital ou central. Les amputations subtotaux ou totales posent le problème de la création ou de l'amélioration d'une pince.

Dans l'ensemble, le dogme de la conservation maxima en urgence reste valable, et il ne paraît pas que les règles des amputations unidigitales puissent être appliquées aux amputations pluri-digitales.

IV)- En conclusion, les amputations des doigts représentent des lésions traumatiques extrêmement fréquentes chez le travailleur manuel. Ces lésions peuvent être distinguées en amputation uni-digitales où il existe des niveaux typiques d'amputation qui doivent être connus de tous, afin de pouvoir adapter, dès l'urgence, le meilleur traitement possible. D'autre part, il existe des amputations pluri-digitales qui posent les problèmes des grands traumatismes de la main, où l'amputation n'est en général pas la seule lésion, et qui doivent abou-

tir en urgence à un traitement conservateur. Ultérieurement une étude soigneuse, globale, si possible qualitative voire chiffrée de la main mutilée, doit être faite avant d'entreprendre, dans des mains compétentes, toute chirurgie réparatrice éventuelle.

Vu le Président de Thèse

Vu le Doyen

J.CAUCHOIX

G.BROUET

Vu et Permis d'Imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

R.MALLET

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- BENNET R.J. - Major amputations of extremities due to trauma.
Amer.Jo.Surg.-1949,18,p.597.
- BIDE P.-Reconstruction autoplastique de quatre doigts .
Ann.Chir.Plast.-Juin 1958,3,n°2,p.123.
- BROADBENT T.R.-Thumb reconstitution with continuous skin-
bone pedicle graft.
P.R.S., 1960,26,p.494.
- BRUN J.- La main et l'esprit.
P.U.F.
- BUNNEL S.-Surgery of the hand.
1956 (3°edit.)Philadelphia,J.B.Lippincott Co.
- BURNHAM P.J.- Une nouvelle incision pour l'amputation de l'
index et de ses métacarpiens.
Am.J.Surg.Mars 1959,97,n°3,p.331.
- CAROLL R.E.- Transposition of the index finger to replace
the middle finger.
Clin.Orth.1959,15,p.27
- CAROLL R.E.-Levels of amputation in the third finger.
Am.J.Surg.-Avril 1959,97,n°4,p.477.
- CHASE R.A.- Les taux fonctionnels d'amputation de la main.
Surg.Clin.North Am.-Av.1960,40,n°2,p.415.
- CLARKSON P.-Mobilisation de la paume dans le traitement des
hémi-amputations distales de la main.
P.R.S. - 1961,28,n°1,p.56.
- CLAYTON M.L. - Index Ray Amputation.
Surg.Clin. North Am.-Av.1963,43,n°2,p.367.
- CRENSHAW A.H. - Traité de Chirurgie orthopédique de la clini-
que CAMPBELL (Lee Milford) Tome 2, 4e ée.

- DELMAS - Systeme nerveux central
Paris - Ed.Masson et Cie.
- DUCHENNE DE BOULOGNE - Physiologie des mouvements
Paris -Baillière, 1867.
- DUPARC J. et DE LA CAFFINIÈRE J.Y. - Apropos des mouvements
du premier métacarpien.
G.E.M.- 1969
- FORREST W.J. et BASMAJIAN J.V.- Fonction des muscles thénariens
et hypot éniariens humains - Etude électromyographique.
J.B.J.S., Déc.1965, n°8.
- GERARDIN L.- La Bionique.
L'univers de la connaissance -Hachette, 1968.
- GILLIES & MILLARD - ¼The principles and art of plastic surgery.
1957-Little ,Brown & C°, Boston.
- GONZALES-ULLOA M. La reconstruction digitale.
P.R.S., Oct.1958, 22, n°4, p.302.
- GOSSET J. -Mutilations de la main.
Oct.1957, Rapport
- GOSSET J. - Technique, Indications, résultats de la pollicisation
de l'annulaire.
Académie de chirurgie, 1964, 90, n°4-5, p.150
- GOSSET et MICHON - 67e Congrès de Chirurgie (1965).
- HARRISSON S.H. - Restauration for muscle balance in pollicisa-
tion P.R.S. ,1964, 34, n°3, p.236.
- ISELIN M. - La main métacarpienne traumatique.
Ann. Chir.Plast.Déc.1961, 6, n°4, p.247.
- ISELIN M. - Traité de chirurgie de la main.
Paris- Flammarion 1967.
- KAPANDJI I.A.- Physiologie articulaire -Fasc.1-Maloine Paris
1966.
- KAPLAN E.B.- Replacement of an amputated middle metacarpal
and finger by transposition of the index finger.
Bull.Hosp.Joint.Dis.-Oct.1958, 27, p.103.
- LANDSMEER J.M.F. - The coordinations of finger-joint motions.
J.B.J.S. Dec.1963, 45 A-N°8, 1954.

- LANDSMEER J.M.F. - Power grip and precision handling.
Am.Rh.Dis.Juin 1962,21,164.
- LIASSAR G.N. - Reconstruction d'un doigt après destruction de
tous les doigts, sauf le pouce.
J.B.J.S.,Av. 1959,41-A,N°3,p.519.
- LISFRANC - Thèse Paris 1967
- LITTLER J.W. - Physiologie et fonction dynamique de la main.
Surg.Clin.North America.-Avr.1960,40,n°2,p.259.
- LITTLER J.W. - Subtotal reconstruction of the thumb.
P.R.S.,1952,10,n°4,p.215.
- LITTLER J.W. - The neurovascular pedicle method of digital
transposition for reconstruction of the thumb.
P.R.S.,1953,12,n°5,p.303.
- LITTLER - COOLEY - OPposition of the thumb.
J.B.J.S. - 1963,
- Mc BRIDE - Disability evaluation.
1942,3e éd.,J.B.Lippincott et Cie.
- Mc FARLANE R.M. - Observations sur l'anatomie fonctionnelle
des muscles intrinsèques du pouce.
J.B.J.S.,Sept.1962,44-A,n°6,p.1073.
- MAURER - Encyclopédie médico-chirurgicale (44.110 - 3-16-01)
- MERLE D'AUBIGNE,TUBIANA,RAMADIER.
Reconstruction du pouce.
R.C.O. 1952,38,p.456.
- MERLE D'AUBIGNE R et TUBIANA R.- Les mutilations bilatérales
de la main.
Mem.Ac.Chir.,Fev.1968,94,n°6-7,p.224.
- MOBERG E.-Nerfs périphériques et fonction manuelle.
J.B.J.S.,Aout 1961,43-B,n°3,p.423.
- MOBERG E.- Methods for détermining the fonctionnal value of
sensibility in the hand.
J.B.J.S. 1958,40-B,p.454.
- NAPIER J.R. - The prehensible movements of the human hand.
J.B.J.S. Nov,1956,38-B,n°4,p.902.

- PEACOCK E.E.-Transposition métacarpienne après amputation du majeur.
P.R.S.,Av.1952,2 ,n°4,p.345.
- RABISHONG - L'innervation proprioceptive des muscles lombricaux de la main chez l'homme.
R.C.O. 1962,48,n°3.
- RANK B.K.,WAKEFIELD A.R.,HUESTON J.T. - Surgery of repair as applied to hand injuries - 3ème éd.Livingstone Ltd.1968.
- SELS Claude - La reconstruction du pouce.
Thèse Paris,1963.
- SLOCUM D.B. and PRATT D.R. - The principles of amputations of the fingers and hand.
J.B.J.S.,1944,26,p.535.
- SLOCUM and PRATT - Disability evaluation for the hand.
J.B.J.S. 1946,28,p.491
- STACK H.G. - Muscles functions in the finger.
J.B.J.S. nov.1962,44-B,n°4,p.899.
- SWANSON A.B. - Restauration of the hand function by the use of partial or total prothetic replacement.
J.B.J.S.,1963,45-A,p.276
- SWANSON A.B. - Levels of amputation of fingers and hand.
Consideration for treatment.
Surg.Clin.North Am.,1964,44,n°4,p.1115.
- TOMOVIC R.- La main considérée comme un système à réaction.
Automatisme,Paris,Sept.1960.
- TUBIANA R. - Mutilations sévères bilatérales des mains.
An.Chir.Plast.,Juin 1965,10,p.123.
- TUBIANA R.- Phalangisation du 5e métacarpien.
Acta Orth. Belg.,1968,suppl.p.III.
- TUBIANA R. et DUPARC J. - Un Procédé nouveau de reconstruction d'un pouce sensible.
Mem.Ac.Chir.,1960,86,p.264.
- VILAIN et MICHON - Chirurgie plastique cutanée de la main.
Paris - 1967

- VOLOIR P. - Niveaux d'amputation fonctionnelle du pouce et des doigts.

Conc.Med.Oct.,1964,86,n°51,p.5561.

- WYNN PARRY C.B. - Rehabilitation of the hand 2e ed.-Butterworths Londres-1966.

